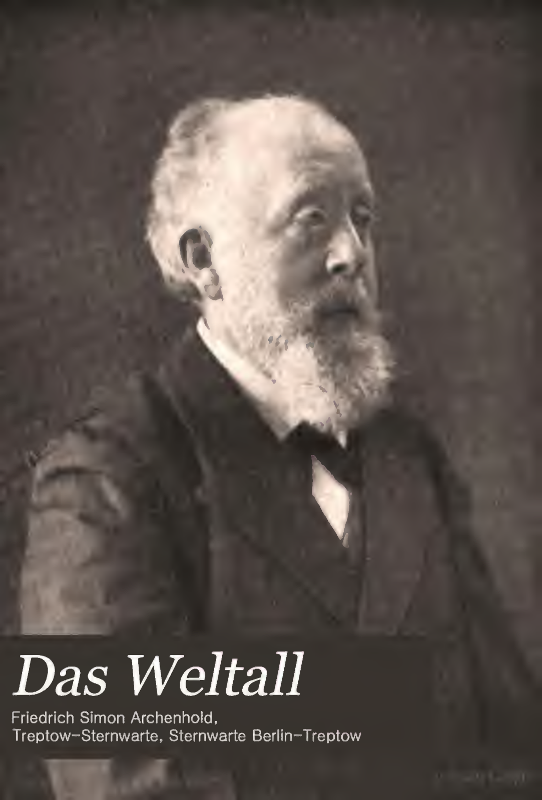

Das Weltall
Friedrich Simon Archenhold,
Treptow-Sternwarte, Sternwarte Berlin-Treptow

Das Weltall

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben unter Mitwirkung zahlreicher Fachgenossen

von

F. S. Archenhold,
Direktor der Treptow-Sternwarte.

Wissen ist Macht

3. Jahrgang

Oktober 1902 bis September 1903.

Mit 14 Beilagen und 78 Abbildungen.



Berlin.
Verlag von C. A. Schwetschke und Sohn
W. 35, Schöneberger Ufer 43.

Carl Dreyer's Buchdruckerei, Berlin S 19



Mitarbeiter

(Die Klammer bei der Seitenzahl zeigt an, daß der Artikel nicht vom Verfasser unterschrieben ist.)



Verzeichnis der Abbildungen.



Verzeichnis der Beilagen.





Inhaltsverzeichnis.

Aus dem Leserkreise.

Kleine Mitteilungen.

Bücherschau.

Personalien.

Fragekasten.

Schenkungen.

a) allgemeine.

b) für die Vortragshalle der Treptow-Sternwarte.

(Ohne Ortsangabe: Berlin.)



Sach- und Namenregister.



DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

3. Jahrgang 1. und 2. Heft.

Herausgegeben von
F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte.
Verlag von C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin.

1902 Oktober 1. und 15.

Diese Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. — Abonnementspreis vierteljährlich Mark 2.— (Ausland Mark 2.50), einzelne Nummer 50 Pfg. franko durch den Verlag, Berlin W. 35, Schöneberger Ufer 43, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungspreisliste 11. Nachtrag 7814a).
Anzeigen-Gebühren: Die einspaltige Petitzeile 40 Pfg. 1/1 Seite 60.—, 1/2 Seite 30.—, 1/4 Seite 15.— Mk. Bei Wiederholungen Rabatt.

INHALT.

Ptolemaeus und Keppler.

Von Prof. Wilhelm Foerster-Berlin.

Nicht oft genug und nicht eindringlich genug kann darauf hingewiesen werden, dass in der Entwicklung der exakten Naturerkenntnis eine hohe Gesetzmässigkeit und Stetigkeit schon seit uralten Zeiten des Menschengeschlechtes waltet. In dieser Entwicklung giebt es keinerlei radikalen Bruch mit der Vergangenheit, keinerlei absolute Verwerfung und Zertrümmerung der alten Hypothesen und Theorien, sondern nur allmälige Erweiterung und Bereicherung des Feldes der Wahrnehmungen und der zu ihrer Verbindung und Zusammenfassung im Vorstellungsleben dienenden Gedankengebilde. Hierbei aber werden stets die vorangehenden Stufen dieser Nachgestaltungen der Welt im Innenleben, und zwar zunächst in pädagogischem Sinne, als unerlässliche Vorstufen, wenn auch mit eingeschränkter Bedeutung gewürdigt und erhalten, dann aber werden dieselben häufig auch neben den genaueren und umfassenderen neuen Theorien noch in gewissen Gebieten der wissenschaftlichen Praxis mit Vorteil verwertet. Dies geschieht z. B. bei Näherungsmethoden in den ersten Stadien neuer Probleme oder in gar nicht seltenen Fällen bei vorläufigen und orientierenden Bearbeitungen der Beobachtungen auch auf dem Gebiete der alten Probleme. So wird z. B. in einer gewissen rechnerischen Form die sogenannte Epicykel-Theorie der alten griechischen Astronomen noch immer mit Vorteil für die Darstellung derjenigen Bewegungen verwertet, welche sich in unserm Planetensysteme durch die allgemeine gegenseitige Anziehung der Planeten als Abweichungen von der einfachen Bewegung in Ellipsen ergeben.

Sogar bei dem gewaltigen Schritt von der Annahme einer ruhenden und centralen Stellung der Erde zu der Lehre von der Bewegung der Erde um die Sonne ergiebt sich, wenn man näher zusieht, dass die Entwicklung innerhalb der wissenschaftlichen Arbeit mit hoher Stetigkeit erfolgt ist. Zwar bekämpfen sich die Hauptvertreter der aufeinanderfolgenden Entwicklungsstufen zuweilen mit lebhaften Worten. Und in den weiten Kreisen des Lebens, für welches die

wissenschaftlichen Theorien die Grundlagen der Weltanschauung bilden, giebt es leidenschaftliche Kämpfe, bei denen sogar Leib und Leben auch der Forscher in Gefahr kommt, zumal dann, wenn sie selber die Seeligkeiten von mächtigen Erweiterungen und Klärungen der Welterkenntnis mit allzu scharfer Herabsetzung der vorangegangenen Stufen der Weltanschauung verkünden. Aber die erhabene innere Konsequenz der fortschreitenden Erweiterung und Klärung wissenschaftlichen Denkens vermochten bisher auch solche Konflikte nicht erheblich zu trüben.

So sehen wir auch, dass der Vollbringer des Durchbruches zum Lichte der neuen kosmischen Anschauung, Kopernikus, die wissenschaftliche Stellung seines Vorgängers Ptolemaeus, des schärfsten wissenschaftlichen Vertreters der alten Lehre von der ruhenden Stellung der Erde, mehrfach mit eindrucksvollen Aussprüchen würdigt, welche an das Jesuswort erinnern: „Ich bin nicht gekommen, das Gesetz aufzulösen, sondern zu erfüllen."

Dass man sich mit solchen Eindrücken und dieser Auffassung von der Entwicklung der menschlichen Geistesarbeit durchdringt, ist gegenwärtig besonders wichtig; denn an der Hand der an sich so unschätzbaren populären Belehrungen in den weitesten Kreisen dringen jetzt viele hochbegabte, aber nicht gründlich unterrichtete Intellekte mit sozusagen himmelstürmenden Gedanken in die wissenschaftliche Arbeit empor. Und wenn man sie um Bescheidenheit und um Respekt vor dem grossen Werte der bisherigen Gedankenarbeit bittet, bekommt man nicht selten die Bemerkung zu hören, dass die gegenwärtigen Ansichten der orthodoxen Wissenschaft doch einmal ebenso vollständig über den Haufen geworfen werden könnten, wie die Lehren des Ptolemaeus von denjenigen des Kopernikus.

Ich habe an einer anderen Stelle schon berichtet, dass ich einmal in einer Volksversammlung die Behauptung aussprechen hörte: Alle grossen Thaten, auch in der Wissenschaft, seien revolutionären Charakters, und auch das Buch, in welchem Kopernikus seine neue Lehre verkündigte, habe den Titel geführt „Ueber die Revolutionen". Ganz bescheiden konnte hiergegen nur bemerkt werden, dass zwar in der That jenes Buch den Titel führte *„De revolutionibus orbium caelestium libri VI"*, dass die Uebersetzung dieses Titels aber nur bedeute „sechs Bücher über die Umdrehungsbewegungen in den Bahnen der Himmelskörper".

Eine andere charakteristische Aeusserung missverständlichster Art trat neulich einmal zu Tage, als ein Versuch, das Newton'sche Anziehungsgesetz als gänzlich verfehlt hinzustellen, dadurch motiviert wurde, dass man auf die neuen mathematisch-physikalischen Bestrebungen hinwies, welche die bisherige Form der Darstellung des Anziehungsgesetzes nach den Gesichtspunkten der neueren Energetik zu vertiefen und zu vervollständigen suchen. Es kostete grosse Mühe, den Kritiker davon zu überzeugen, dass solche Vervollkommnungen der Anziehungslehre keinesfalls die unschätzbar mächtigen Erfolge, welche die bisherige Anziehungslehre in der Bemeisterung der Bewegungserscheinungen in begrenzten Zeiten und Räumen schon errungen habe, auch nur entfernt in Frage stellen werden, sondern einesteils nur zu höherem Verständnis dieser Erfolge dienen sollen, anderenteils Erweiterungen der Geltung und Leistung einer noch einleuchtenderen Bewegungslehre über gewisse Grenzen der Zeit und des Raumes hinaus und bis in die Tiefen der kleinsten Erscheinungswelt hinein zum Ziele haben.

Im Geiste obiger Betrachtungen möchte ich an dieser Stelle einige Mitteilungen machen über eine der bedeutsamsten Entdeckungen der griechischen Astronomie, welche wir dem Ptolemaeus zuzuschreiben allen Anlass haben, und welche selber eine unumgängliche Vorstufe der Entdeckung des sogenannten Flächengesetzes durch Keppler bildete. Dieses Gesetz, laut dessen die gerade Verbindungslinie eines in elliptischer Bahn bewegten Planeten mit der in einem der beiden Brennpunkte der Ellipse befindlichen Sonne (der sogenannte Radiusvector) in gleichen Zeiten gleiche Flächen beschreibt, wurde die eigentlich grundlegende der Entdeckungen Keppler's und späterhin der Entdeckung des Anziehungsgesetzes durch Newton.

Werfen wir zunächst einen Blick auf das erste Auftauchen der Exzentrizitätsvorstellung im Altertum, aus welcher die vorerwähnte Entdeckung des Ptolemaeus und später Keppler's Entdeckung des Flächengesetzes hervorging.

Schon dem frühsten menschlichen Nachdenken war das Urbild der einfachsten und sozusagen idealsten Bewegungsform von der täglichen Umdrehung des Fixsternhimmels dargeboten worden. Bei dieser Bewegung schien jeder Stern mit gleichmässiger Geschwindigkeit eine kreisförmige Bahn zu beschreiben und zwar um eine Axe, die nach dem sogenannten Pol (*Polus* heisst der Drehzapfen). d. h. dem scheinbaren Ruhepunkt innerhalb dieser täglichen Sternbewegung, gerichtet war. Die Annahme einer gleichförmigen Kreisbewegung wurde hiernach die erste Stufe der Erklärung und Darstellung auch für die Bewegung der Sonne, des Mondes und der fünf anderen Wandelsterne oder Planeten.

Die Sonne schien in der That alljährlich am Himmel eine in sich zurückkehrende kreisförmige Bewegung zu beschreiben, welche gegen den grössten Kreis des täglichen Umschwunges des Sternhimmels, den Himmelsäquator, um einen bestimmten Winkel, die sogenannte Schiefe der Sonnenbahn, geneigt war. Diese Sonnenbahn hatte mit dem Himmelsäquator zwei einander genau gegenüberliegende Durchschnittspunkte. In der Mitte des einen, zwischen diesen beiden Durchschnittspunkten liegenden Halbkreises befindet sich der Punkt, in welchem die Sonne ihre grösste nördliche Abweichung und in der Mitte des anderen Halbkreises der Punkt, in welchem sie ihre grösste südliche Abweichung vom Himmelsäquator hat. Stand die Sonne in einem der beiden Durchschnittspunkte ihrer schrägen Bahn mit dem Himmelsäquator, so fand gleiche Tages- und Nachtlänge statt, sowie ihr Aufgang genau im Osten, ihr Untergang genau im Westen. Befand sich die Sonne im höchsten (nördlichsten) Punkte ihrer Bahn, so gab es die kleinste Länge des Mittagschattens und den längsten Tag, befand sie sich im tiefsten (südlichsten) Punkte ihrer Bahn, so gab es grösste Mittagsschattenlänge und kleinste Tagesdauer. Diese vier Punkte teilten den jährlichen Umkreis der scheinbaren Sonnenbahn genau in vier gleiche Teile, und wenn die Bewegung der Sonne nicht blos kreisförmig, sondern auch gleichförmig war, so mussten die Zeiten, innerhalb deren diese vier gleichen Winkel oder Bogenlängen zurückgelegt wurden, einander gleich sein, mit anderen Worten, die Zeit vom Frühlingsäquinox bis zum Sommersolstiz, von diesem bis zum Herbstäquinox, sodann von dem letzteren bis zum Wintersolstiz und von diesem zurück bis zum Frühlingsäquinox musste jede genau ein Viertel der Jahresdauer betragen. Nun wusste man schon sehr früh aus der Wiederkehr einer und derselben Stellung der Sonne, dass die Jahreslänge sehr nahe $365^1/_4$ Tag enthielt. Hieraus folgte, dass jeder der vorerwähnten Zeitabschnitte oder jede der sogenannten

vier Jahreszeiten sehr nahe $91\frac{1}{3}$ Tag hätte betragen müssen. Man hat aber um das Jahr 2000 v. Chr. in den damaligen Kulturländern schon bemerken können, dass der sommerliche Jahresabschnitt, vom Frühlingsäquinox bis zum Herbstäquinox, um etwas mehr als fünf Tage länger war als der winterliche, vom Herbstäquinox bis zum Frühlingsäquinox. Um das Jahr 600 v. Chr. betrug dieser Unterschied sogar sieben Tage, und weiterhin hat er nahezu acht Tage erreicht, während er gegenwärtig nicht ganz acht Tage beträgt und in Abnahme begriffen ist.

In den ältesten Tagen der griechischen Astronomie begann man sich bereits über die Erklärung dieser „Anomalie“ den Kopf zu zerbrechen. Der Erste, welcher das Problem mit einigem Erfolge wissenschaftlich bearbeitete, war aber erst der grosse griechische Astronom Hipparch um 140 v. Chr. Er hatte festgestellt, dass zu seiner Zeit die Zeitdauer vom Frühlings-Aequinox bis zum Sommersolstiz $94\frac{1}{2}$ Tag und vom Sommersolstiz bis zum Herbst-Aequinox $92\frac{1}{2}$ Tag betrage, sodass der sommerliche Jahresabschnitt 187 Tage und folglich der winterliche $365\frac{1}{4}$ weniger 187, also $178\frac{1}{4}$ Tag umfasste.

Obgleich nun schon vor Hipparchs Zeit die naturphilosophischen Zweifel an einer centralen Stellung der Erde sogar bis zu der Annahme einer Bewegung der Erde um die Sonne vorgedrungen waren, hatte doch die Astronomie selber bis dahin an der centralen und ruhenden Stellung der Erde streng festgehalten, weil der Annahme einer Bewegung der Erde noch sehr erhebliche physikalisch-mathematische Bedenken entgegenstanden, die in der That in dem damaligen Stand der mathematischen Bewegungslehre noch als entscheidend gelten mussten.

An der ruhenden Stellung der Erde und somit an der Bewegung der Sonne um die Erde hat auch Hipparch aus diesen Gründen noch festgehalten, aber er trug doch kein Bedenken, die centrale Stellung der Erde aufzugeben, da ihm jene Ungleichförmigkeit der scheinbaren jährlichen Sonnenbewegung diesen Schritt als die einfachste Erklärung zu fordern schien.

In der That, wenn die Sonne selber sich gleichförmig in einer Kreisbahn bewegte, aber die Erde sich nicht im Mittelpunkte dieser Bahn befand, konnte jene Ungleichheit der Dauer der Jahreszeiten sehr einfach erklärt werden. Lag nämlich die exzentrische Stellung der Erde innerhalb derjenigen Halbkreisfläche, in welcher sich die Sonne während des Winterhalbjahres befand, so war es vollkommen erklärlich, dass, von der Erde aus gesehen, eine an sich gleichförmige Bewegung der Sonne im Winter schneller, dagegen im Sommer langsamer vor sich zu gehen schien, da die, von der Erde aus gesehen, einander gegenüberliegenden Aequinoxpunkte dann Endpunkte einer Sehne und nicht des Durchmessers des Kreises waren und somit vom Mittelpunkte der Kreisbahn und der gleichförmigen Bewegung der Sonne aus gesehen, um weniger als einen halben Kreis in der Richtung vom Herbst-Aequinox zum Frühlings-Aequinox und um mehr als einen halben Kreis in der Richtung vom Frühlings-Aequinox zum Herbst-Aequinox gemessen, von einander entfernt erscheinen mussten.

Da ausserdem Hipparch fand, dass das Zeitintervall vom Frühlings-Aequinox bis zum Sommersolstiz um zwei Tage länger war als dasjenige vom Sommersolstiz bis zum Herbst-Aequinox, so war es klar, dass vom Mittelpunkte der kreisförmigen Sonnenbahn aus die exzentrische Stellung der Erde in einer Richtung gesehen werden musste, welche zwischen die Stellung der Sonne zur Zeit des Herbst-Aequinox' und diejenige zur Zeit des Wintersolstiz' fiel.

Mit dieser sehr nahe richtigen Bestimmung war also die erste Exzentrizitätsvorstellung und zugleich mit der Richtung der Verbindungslinie von dem Bahnmittelpunkte nach der exzentrisch gelegenen Erde hin die erste Stufe der Orientierung einer elliptischen Bewegung gegeben, nur dass an Stelle der Bewegung der Erde um die Sonne noch die scheinbare Bewegung der Sonne um die Erde dieser Vorstellung zu Grunde gelegt wurde, was aber in dieser mathematischen Erklärungsform nichts wesentliches änderte.

Die Grösse der Exzentrizität oder den Abstand der Erde vom Mittelpunkte der scheinbaren Sonnenbahn im Verhältnis zum Halbmesser dieser Kreisbahn fand Hipparch nahezu gleich $^1/_{25}$, welcher Betrag etwas grösser ist als das Doppelte des damals wirklich stattfindenden Abstandes der Sonne von dem Mittelpunkte der elliptischen Erdbahn. Wir werden aber sogleich sehen, was diese Verdoppelung für eine Bedeutung hat.

Erfolgt die Bewegung eines Planeten um einen Centralkörper unter der Wirkung gegenseitiger Anziehung nach dem Newton'schen Gesetz in einer Ellipse, wobei der Centralkörper sich in einem ihrer beiden Brennpunkte befindet und das oben erwähnte Flächengesetz durch die Winkelbewegung der geraden Verbindungslinie von diesem Brennpunkt nach dem Planeten hin (des Radius Vector) erfüllt wird, so kann in demjenigen, fast bei allen grösseren Planeten unseres Systems und auch bei der Erde zutreffenden Falle, dass diese Exzentrizität oder der Abstand jedes der beiden Brennpunkte von dem Mittelpunkte der Ellipse sehr klein ist, diese Bewegungsform auch durch die folgenden einfacheren Annahmen mit sehr grosser Annäherung dargestellt werden:

Die Bahn selber werde als eine Kreislinie angesehen. Auf entgegengesetzten Seiten ihres Mittelpunktes aber liegen auf einer geraden Linie ganz symmetrisch zu einander zwei andere für die Bewegung mitbestimmende Punkte, die Vertreter der beiden Brennpunkte der Ellipse. In dem einen dieser beiden Punkte befindet sich der Centralkörper, der andere ist dagegen der Mittelpunkt gleichförmiger Winkelbewegung des Planeten in solcher Weise, dass die gerade Verbindungslinie dieses Punktes mit dem Planeten, dessen Bewegung in der Kreislinie an sich nicht gleichförmig vor sich geht, in gleichen Zeiten gleiche Winkel beschreibt. Man hat also in dieser Darstellungsform, ausser mit der Kreislinie, mit drei Punkten zu thun: mit dem Mittelpunkte der Kreislinie, von welchem der Planet immer in demselben Abstande bleibt, sodann mit dem einen Brennpunkte, welcher der Mittelpunkt der gleichförmigen Winkelbewegung ist, und mit dem ihm symmetrisch gegenüberliegenden Punkte, in welchem sich nach der alten Auffassung die Erde befindet.

Durch eine solche angenäherte Darstellungsform der Bewegung in einer Ellipse, in deren einem Brennpunkte sich der Centralkörper befindet, kann in der That bei der scheinbaren Bewegung der Sonne um die Erde die Ortsveränderung der Sonne am Himmel so genau angegeben werden, dass bei richtiger Bestimmung der Exzentrizität die Fehler der Theorie nicht eine Bogenminute erreichen, somit für die Messungen mit unbewaffnetem Auge an der Grenze der Wahrnehmbarkeit liegen.

Es wird aus dieser Darstellungsform auch klar, dass Hipparch bei seiner aus der Ungleichförmigkeit der beobachteten Winkelbewegung der Sonne abgeleiteten Ermittelung des Abstandes der Erde von dem Mittelpunkte einer als gleichförmig angenommenen Winkelbewegung der Sonne nahezu den doppelten Betrag der wirklichen Exzentrizität der Erdbahn-Ellipse finden musste; denn

nach obiger, sehr nahe zutreffender Darstellungsform musste er dabei den Abstand der beiden Brennpunkte der Ellipse von einander, ungefähr im Verhältnis zum Halbmesser des Kreises ausgedrückt, finden, und dieser Zahlenwert betrug zur damaligen Zeit $^1/_{28}$, während ihm seine Beobachtungen $^1/_{25}$ ergaben.

Aber weder Hipparch noch späterhin Ptolemaeus (um 140 n. Chr.) beruhigten sich ohne weiteres bei jener von ihnen erreichten Stufe der Darstellung des jährlichen Verlaufes der Ungleichförmigkeiten der scheinbaren Sonnenbewegung am Himmel. Beide haben sich noch redlich um die Ermittelung bemüht, ob der von ihnen ausserhalb der Erde liegend befundene Mittelpunkt der gleichförmigen Winkelbewegung auch wirklich der Mittelpunkt der Kreisbahn war, ob nämlich auch die Abstände der Sonne von der Erde sich ganz entsprechend der von ihnen gefundenen Grösse des Abstandes der Erde von dem Mittelpunkte der kreisförmigen und gleichförmigen Winkelbewegung alljährlich veränderten.

Es ist einleuchtend, dass der Abstand der Sonne von der Erde nach der Exzentrizitätstheorie des Hipparch am kleinsten gefunden werden musste, wenn die Sonne sich, von dem Mittelpunkte ihrer Bahn gesehen, in derselben Richtung befand, wie die Erde, und am grössten gefunden werden musste, wenn die Sonne sich in ihrer Kreisbahn auf der gegenüberliegenden Seite befand. Im ersteren Falle war der Abstand der Sonne von der Erde gleich dem Halbmesser ihrer Bahn weniger der Exzentrizität, also wenn der Halbmesser als Einheit genommen wird, $= 1 - {^1/_{25}}$, in dem letzteren Falle gleich dem Halbmesser der Kreisbahn vergrössert um die Exzentrizität, also $= 1 + {^1/_{25}}$.

Die Veränderlichkeit des Abstandes der Sonne von der Erde konnte man aber in einfacher Weise nur an der scheinbaren Grösse erkennen, unter welcher der Durchmesser der Sonnenscheibe von der Erde aus gesehen wurde. Der mittlere Wert dieses scheinbaren Durchmessers beträgt 32 Minuten. Derselbe hätte also nach Obigem in der grössten Erdnähe (im damaligen Spätherbst) um $^1/_{25}$ seines Betrages, also nahezu um 1,3 Minuten grösser, dagegen in der grössten Erdferne (damaligem Frühsommer) um $^1/_{25}$, also um 1,3 Minuten kleiner erscheinen müssen als der mittlere Wert. Der Unterschied zwischen beiden äussersten Fällen hätte also nach Hipparch's Bestimmungen 2,6 Minuten erreichen müssen, hätte also die Grenze der Leistungsfähigkeit der damaligen Beobachtungen mit unbewaffnetem Auge soeben überschritten. Es gelang aber weder ihm noch dem Ptolemaeus, trotz mancher sinnreichen Veranstaltungen, eine solche Veränderung wahrzunehmen; sie liessen daher die Sache auf sich beruhen. In Wirklichkeit wird indessen die grösste alljährliche Schwankung des Winkels, unter welchem der Durchmesser der Sonne von der Erde aus gesehen wird, wie aus der obigen angenäherten Darstellung der elliptischen Bewegung hervorgeht, nicht durch den von Hipparch gemessenen Abstand der Erde von dem Mittelpunkte der gleichförmigen Winkelbewegung, sondern durch die Hälfte desselben, nämlich den Abstand der Erde von dem Mittelpunkte der Kreislinie bestimmt, und dieser (die einfache Exzentrizität) betrug damals die Hälfte von $^1/_{28}$, also $^1/_{56}$, sodass der grösste Betrag des scheinbaren Durchmessers der Sonnenscheibe um $^1/_{56}$ grösser, der kleinste um $^1/_{56}$ kleiner war als der Mittelwert, hiernach also die ganze alljährliche Schwankung nur wenig mehr als eine Minute erreichte.

Dies war in der That für die damaligen Messungen mit blossem Auge völlig unzugänglich, so lange man noch keinen Gebrauch von der Beobachtung des vergrösserten Sonnenbildchens, in der sogenannten Camera obscura, machen konnte.

Dem Ptolemaeus sollte es aber noch gelingen, wenn auch nicht in der Sonnentheorie, so doch in seiner Theorie der Planetenbewegungen, bis zu der oben dargelegten vollständigeren Exzentrizitätstheorie mit den beiden symmetrisch zum Mittelpunkte der Bahn gelegenen Brennpunkten vorzudringen. Und zwar glückte ihm dies fast auf demselben Wege, auf welchem Hipparch und er vergeblich, neben der Erklärung der ungleichförmigen Winkelbewegung, auch das Gesetz der Veränderung der Abstände zu finden gesucht hatten, nämlich durch die Beobachtung der Veränderungen des Winkels, unter welchem sich eine viel grössere Kreisgestalt, als die Sonnenscheibe, im Laufe des Jahres von der Erde aus gesehen darstellte. Dies war die Kreisgestalt der Venusbahn. Die elliptische Bahn der Venus um die Sonne kommt einer Kreislinie noch viel näher als die Erdbahn. Anscheinend beschrieb die Venus schon nach uralter Annahme, ebenso wie der Merkur, am Himmel eine geschlossene kreisförmige Bahn um die Sonne. Beim Merkur aber, der unter den altbekannten Planeten die am stärksten exzentrische Bahnform besitzt, bot es den sorgfältigeren Untersuchungen der griechischen Astronomen die grösste Schwierigkeit anzunehmen, dass die Sonne der Mittelpunkt seiner Bahn sei. Man musste vielmehr, um die sehr grossen Schwankungen der Winkelbeträge zu erklären, unter welchen seine grössten scheinbaren Abstände von der Sonne am Himmel von der Erde aus wahrgenommen wurden (zwischen 18° und 28°), sehr künstliche Annahmen über die Bewegungen des Mittelpunktes seiner Bahn machen und konnte nur ganz im allgemeinen die Umlaufszeit dieses Mittelpunktes mit der Umlaufszeit, die man bei der scheinbaren Sonnenbewegung beobachtete, gleichsetzen. Hierdurch aber wurde man veranlasst, Aehnliches auch bei der Venus anzunehmen, obgleich die Symmetrie der Stellungen dieses Planeten zur Sonne in den grössten Abständen von der letzteren als Morgen- und Abendstern eine ziemlich vollkommene ist. Man nahm also an, dass Venus um einen Mittelpunkt kreise, dessen Bewegung am Himmel nahezu mit derjenigen der Sonne zusammenfiel, dessen Bahn jedoch gesondert untersucht werden musste. Natürlich fand man dann aus der Symmetrie der äussersten Abstände der Venus von der Sonne fast ganz genau dasselbe Exzentrizitätsgesetz der jährlichen Winkelbewegung dieses Mittelpunktes, wie bei der Sonne selber. Es ergab sich, dass die jährliche Bewegung, welche der Mittelpunkt der Venusbahn um die Erde beschrieb, auch entsprechend ungleichförmig erfolgte, wie die Bewegung der Sonne. Man machte also auch die entsprechende Annahme, dass in gewissem Abstand von der Erde ein Punkt vorhanden war, von welchem aus diese Bewegung gleichförmig erschien, dass endlich der Abstand dieses Mittelpunktes der gleichförmigen Winkelbewegung von der Erde ungefähr in demselben Verhältnis zum Halbmesser der bezüglichen Kreisbahn stehe wie bei der Sonne.

Aber nun besass man in den jeweilig von der Erde aus beobachteten Winkelbeträgen der grössten Abstände der Venus von der Sonne oder von dem Mittelpunkte ihrer eigenen Bahn, eben jenes viel empfindlichere Mittel, um auch die jährlichen Veränderungen der Abstände des letzteren Mittelpunktes von der Erde zu studieren, jenes Mittel, welches bei der kleinen Sonnenscheibe infolge der Begrenzung der Genauigkeit der Messungen gänzlich versagt hatte. Der Halbmesser der Venusbahn erschien von der Erde aus durchschnittlich unter einem Winkel von nahezu 46°, während der scheinbare Halbmesser der Sonnenscheibe nur etwas mehr als 16 Minuten betrug.

In den Zeiten der grössten Erdnähe des Mittelpunktes der Venusbahn musste auf Grund der von Ptolemaeus aus den Winkelbewegungen gefundenen Exzentrizität nach einer einfachen Rechnung jener Halbmesser um nahezu 2,4° grösser, dagegen in der grössten Erdferne um etwa 2,4° kleiner erscheinen, als der mittlere Betrag von 46°. Die grösste Schwankung hätte also gemäss der einfachen Exzentrizitätstheorie des Hipparch nahezu 4,8° erreichen müssen. Ptolemaeus fand aber deutlich heraus, dass diese grösste Schwankung nur etwas mehr als 2,5° Grad, somit nur nahezu die Hälfte von demjenigen erreichte, was Hipparchs Exzentrizitätstheorie verlangt hätte. Hierdurch kam aber Ptolemaeus auf den glücklichen Gedanken, dass er in der Mitte zwischen dem Centralkörper und dem Mittelpunkte der gleichförmigen Winkelbewegung den Mittelpunkt der Abstände, also der wirklichen Kreislinie der Bewegung annahm, oder, wie es damals ausgedrückt wurde, die Exzentrizität in zwei gleiche Teile teilte. Hiermit wurde er aber der Entdecker jener oben dargelegten angenäherten Darstellung der elliptischen Bewegungsform nach dem Flächengesetze, und diese Annäherung wurde dann die Grundlage von Kepplers Entdeckung des Flächengesetzes selber und der elliptischen Form der Planetenbahnen.

Ptolemaeus verallgemeinerte zunächst jene Lehre von der Zweiteilung der Exzentrizität auch bei seiner Darstellung der Bewegungen von Mars, Jupiter und Saturn. Auch dort bewährte sich das Gesetz bei der Darstellung der Veränderlichkeit der Abstände jener Planeten von der Erde und der Sonne, nämlich bei der Darstellung der verschiedenen und veränderlichen Grössen, unter welchen von jenen Planeten aus die Erdbahn erschien, und welche gleichzeitig perspektivisch in den komplizierten Formen der von der Erde aus gesehenen Bewegungen der Planeten erkennbar und messbar waren.

Wegen der grösseren Exzentrizität der Bahn des Mars hätte aber aus seinen verwickelteren Bewegungen jenes Gesetz sich nicht so einfach und unmittelbar ergeben können, wie bei der Venusbahn, und bei Jupiter und Saturn waren die Winkelwerte, unter denen von diesen Planeten aus die Erdbahn gesehen wurde, schon sehr viel kleiner und demnach ungünstiger zur beweiskräftigen Auffindung enes Gesetzes.

Kopernikus ist an diesen Feinheiten der Planetentheorie des Ptolemaeus ohne Vertiefung derselben vorbeigegangen, und erst dem noch tiefer eindringenden mathematischen Genie Keppler's gelang es, in jener von Ptolemaeus entdeckten angenäherten Darstellung der Planetenbewegungen das darin verborgene Flächengesetz zu enthüllen. Merkwürdigerweise hatte Ptolemaeus jene seine Darstellung der Planetenbewegungen nicht auf die scheinbare Sonnenbewegung angewendet, sondern es hinsichtlich dieser beim alten gelassen, und zwar, wie es scheint, deshalb, weil die genauere Darstellung der Abstandsveränderungen, die ihm durch seine Zwei-Teilung der Exzentrizität ermöglicht wurde, bei der Sonne für die kleinen, doch noch nicht deutlich wahrnehmbaren Schwankungen ihres scheinbaren Durchmessers unerheblich war.

Für Keppler jedoch war nun der durch Kopernikus gethane grosse Schritt der Inruhesetzung der Sonne und der Annahme der Bewegung der Erde um die Sonne der Ausgangspunkt und die Grundlage eines höchst sinnreichen Verfahrens, durch welches er die Ortsveränderung der Erde in ihrer Bahn um die Sonne zu einer rein trigonometrischen Ausmessung der Gestalt der Marsbahn verwertete, und hierbei kam es ihm sehr wesentlich auf eine möglichst richtige

Annahme in Betreff der Gestalt der Erdbahn und des Verlaufes der Erdbewegung an.

Scheinbar war dies nun ein blosser Zirkelschluss: Um die Gestalt der Marsbahn zu ergründen, musste er bestimmte Annahmen über die Gestalt der Erdbahn machen. Es traf sich aber glücklich, dass die Exzentrizität der elliptischen Bahn des Mars nahezu sechs mal grösser ist als diejenige der Erdbahn, sodass die Fehler, die Keppler bei der Annahme der Erdbewegung nach der Theorie der Ptolemaeus'schen Kreisbewegung, einschliesslich der sogenannten Zwei-Teilung der Exzentrizität, zunächst nicht umgehen konnte, über 50 mal kleiner blieben, als die entsprechenden Fehler, welche jener erste Annäherungsversuch der Darstellung der elliptischen Bewegung bei der Marsbahn übrig liess. Der Zirkelschluss, den er beging, als er mit Hilfe der Ptolemaeus'schen Theorie, angewandt auf die Gestaltung der Erdbewegung, die Bahnlinie des Mars ausmaass, war also in mathematischem Sinne einer der sehr konvergenten, d. h. sich selber stufenweise vervollkommnenden Schlüsse, wie sie eine so grosse und förderliche Rolle in der Entwickelung unserer Erkenntnis spielen, und somit ist in Keppler's Händen die Exzentrizitätstheorie des Ptolemaeus und auch die erste Stufe derselben, die mit dem Dogma der centralen Stellung der Erde zuerst gründlich brechende Exzentrizitätstheorie des Hipparch, die eigentliche Grundlage der neuen astronomischen Bewegungslehre geworden.



Die Polarisation des zerstreuten Himmelslichtes.

Von Dr. Christian Jensen-Hamburg.

Das Gebiet der atmosphärischen Polarisation ist bedauerlicherweise den Laien noch sehr wenig bekannt, und dieser Umstand mag wohl zum grossen Teil darin seine Erklärung finden, dass diese Erscheinungen dem unbewaffneten Auge verborgen bleiben. Ist aber das Auge einmal mit den erforderlichen Instrumenten, einem Polariskop, bezw. einem Polarimeter, versehen, so offenbart sich eine Fülle der interessantesten Erscheinungen, so dass es auch dem gebildeten Laien nicht genug empfohlen werden kann, sich auch auf diesem Felde zu bethätigen.

Bevor wir nun auf den Gegenstand selbst übergehen, wird es gut sein, dass wir uns kurz in's Gedächtnis zurückrufen, was wir unter Polarisation verstehen, ja, was wir über das Wesen des Lichtes wissen. Was ist denn nun Licht? Erblicken wir in einer lauen Sommernacht ein Glühwürmchen, geniessen wir im Herbste den eigenartigen Anblick des Meerleuchtens, starren wir im Winter hinein in die feurige Glut des Ofens, lassen wir uns blenden vom Glanze der Sonne oder des elektrischen Bogens, immer wird unser Auge von Lichtstrahlen getroffen, von einem Agens, das sich dem Auge deutlich genug zu erkennen giebt, dessen innerstes Wesen jedoch den Forschern Jahrtausende lang völlig in Finsternis gehüllt war. Es ist kaum mehr als ein Jahrhundert her, dass die meisten Physiker noch annahmen, jeder leuchtende Körper sende materielle Teilchen aus, welche, das Auge treffend, den Eindruck des Lichtes hervorriefen. Nach dieser Theorie musste man sich die Brechung derart erklären, dass die wägbaren Moleküle des die Brechung bedingenden Körpers auf die von

dem leuchtenden Körper ausgesandten Teilchen eine Anziehung ausübten, woraus man denn weiter folgern musste, dass sich das Licht durch das dichtere Medium (etwa Glas) schneller bewege als durch das dünnere (etwa Luft). Die uns geläufige Undulationstheorie verlangte das Gegenteil, und im Jahre 1854 entschieden die Experimente des bekannten französischen Physikers Cornu durchaus zu Gunsten der letzteren, insofern Cornu durch eine höchst sinnreich erdachte experimentelle Anordnung direkt zeigen konnte, dass sich das Licht im Wasser mit geringerer Geschwindigkeit bewege, als in der Luft. Uebrigens hätte man den Boden der zuerst erwähnten sogenannten Emissionstheorie bereits im Jahre 1800 ein für allemal verlassen müssen, als Thomas Young die mit „Interferenz“ bezeichnete Erscheinung entdeckte, bei der es, um uns krass auszudrücken, Licht zu Licht addiert, nicht in jedem Falle eine gesteigerte Helligkeit, sondern unter Umständen Dunkelheit ergab. Diese Erscheinungen, die wohl jedem bekannt genug sein dürften, liessen sich nur erklären durch die bereits im Jahre 1690 von dem holländischen Physiker Huyghens aufgestellte Undulations- oder Vibrationshypothese, nach welcher das Licht in einer Wellenbewegung des Lichtäthers, eines feinen, hypothetischen, den Weltraum erfüllenden und alle Körper durchdringenden Stoffes von äusserster Elastizität bestand. Entstehen auf irgend eine Weise, etwa durch chemische Kräfte, gewisse Schwingungen in den Molekülen des leuchtenden Körpers, so wird der umgebende Aether in Mitleidenschaft versetzt, indem jedes in der Richtung des Lichtstrahles liegende Aetherteilchen dazu veranlasst wird, um seine Gleichgewichtslage hin und her zu pendeln; abgesehen von diesem Hin- und Herpendeln bleibt das einzelne Aetherteilchen an seinem Ort, die einmal eingetretene Störung jedoch pflanzt sich mit der bekannten Lichtgeschwindigkeit fort. Die Brechung bezw. Reflexion wird nun nach dieser Theorie dadurch erklärt, dass die Elastizität des Aethers in den verschiedenen Körpern ihrer verschiedenen optischen Dichte entsprechend eine verschiedene ist. Die bekannten Polarisationserscheinungen, auf die wir gleich zurückkommen werden, machen ausserdem die durchaus im Einklange mit der sonstigen Theorie stehende Annahme nötig, dass die Aetherteilchen senkrecht zur Richtung des Strahles vibrieren, und zwar bei einem gewöhnlichen, etwa direkt von einer Flamme zu uns gelangenden Lichtstrahl in allen nur möglichen Ebenen senkrecht zur Fortpflanzungsrichtung mit gleicher Stärke (gleicher Amplitude), während bei den Strahlen, welche durch Reflexion, durch gewöhnliche Brechung oder durch Doppelbrechung eine Modifikation erlitten haben, eine Ebene insofern bevorzugt ist, als die Schwingungen nur in derselben stattfinden oder als die Schwingungsamplitude in derselben jedenfalls grösser ist als in allen übrigen Ebenen senkrecht zur Strahlrichtung. Die Physiker Thomas Young, Fresnel, Arago, Biot, Airy und Schwerd haben die Gesetze der Optik auf der fast unerschütterlich scheinenden Undulationstheorie aufgebaut und der letzteren zum endgültigen Siege über die Emissionstheorie verholfen. Diese Theorie erklärte auch die Erscheinungen, soweit die Optik allein in Betracht kam, mit vollauf befriedigender Genauigkeit, ja, es sind mit Hülfe dieser Huyghen'schen Undulationstheorie sogar bis dahin gänzlich unbekannte optische Erscheinungen mit astronomischer Gewissheit vorausgesagt worden. Dabei muss aber festgehalten werden, dass der Aether nur ein völlig hypothetischer Stoff war, von dem man annehmen musste, dass er sich verhalte wie eine inkompressible Flüssigkeit — oder wie ein fester Körper — von ausserordentlicher Dünne und grosser Elastizität. Nun entdeckte bekanntlich Faraday

im Jahre 1845 die merkwürdige Thatsache, dass die Polarisationsebene bei einem linear polarisierten Lichtbüschel gedreht wird, wenn das Büschel in einem magnetischen Felde verläuft. Nachdem nun einmal die Existenz einer so nahen Beziehung zwischen Licht und Magnetismus festgestellt war, suchte man nach anderen Beziehungen, und es fand sich auch nach und nach eine ganze Reihe: so sei nur erinnert an die Beziehungen zwischen dem Brechungsquotienten und der Dielektrizitätskonstante, an die Elektrisierung von Metallplatten durch Belichtung, an den Einfluss des Lichtes auf die Entladung der Elektrizität. Es sei ferner erinnert an die epochemachenden Hertz'schen Untersuchungen, welche ergaben, dass die elektromagnetischen Wirkungen eine endliche Ausbreitungsgeschwindigkeit besitzen, dass es im Luftraume elektrodynamische Transversalwellen giebt, welche sich mit Lichtgeschwindigkeit ausbreiten. All diese Entdeckungen haben unsere Anschauungen über das Wesen des Lichtes erheblich erweitert und vertieft und haben der bereits im Jahre 1864 von Clerk Maxwell aufgestellten elektromagnetischen Lichttheorie zum Siege verholfen. Nach dieser ist ein Lichtstrahl nichts anderes als eine elektromagnetische Welle, und zwar besteht eine jede elektromagnetische Welle aus zwei Arten von Verschiebungen, welche beide senkrecht zur Fortpflanzungsrichtung gerichtet sind und aufeinander senkrecht stehen. Diese Theorie vereinigt in befriedigender Weise die sich widersprechenden Ansichten von Fresnel und Neumann. Der erstere nahm bekanntlich an, dass die Schwingungen des Lichtes senkrecht zur Polarisationsebene, einer in jedem Falle genau definierten Ebene, — die z. B. bei der Reflexion an Glas mit der Einfallsebene zusammenfällt — stattfänden, wogegen Neumann die Ansicht vertrat, dass die Schwingungen in der Polarisationsebene vor sich gingen. Lange Zeit standen sich diese Theorien schroff gegenüber, nunmehr jedoch lassen sich dieselben durch die Maxwell'sche Theorie vereinigen, indem wir annehmen, dass die elektrischen Verschiebungen zur Polarisationsebene senkrecht stehen und in so fern mit den Fresnel'schen Schwingungen übereinstimmen, während die magnetischen Verschiebungen in der Polarisationsebene vor sich gehen; man würde allerdings auch die umgekehrte Annahme machen können, die soeben erwähnte Hypothese stimmt jedoch am besten mit den bis jetzt bekannten Thatsachen überein. Ob man sich nun auf den Boden der Huyghen'schen Undulationstheorie oder denjenigen der Maxwell'schen Theorie stellt, man würde die Erscheinungen, welche uns die atmosphärische Polarisation darbietet, so weit es sich um die rein optische Seite handelt, gleich gut verstehen. Wir müssen uns nur klar die beiden Theorien gemeinsame Vorstellung vor Augen halten, dass wir es bei einem jeden Lichtstrahl mit Schwingungen (Verschiebungen) senkrecht zur Fortpflanzungsrichtung des Strahls zu thun haben, dann werden wir auch die Erscheinungen auf dem Gebiete der atmosphärischen Polarisation und die Theorien, welche zur Erklärung derselben ersonnen sind, in befriedigender Weise verstehen.

Wenn wir uns jetzt zu unserm eigentlichen Thema, der Polarisation des zerstreuten Himmelslichtes wenden, wollen wir zunächst in aller Kürze — ohne irgendwie auf die speziellen von den verschiedenen Forschern benutzten Instrumente einzugehen — auf die Prinzipien hinweisen, welche hauptsächlich von den Forschern für die Konstruktion ihrer Apparate verwandt wurden. Da müssen wir in erster Linie das nach dem Engländer Nicol genannte Nicol'sche Prisma erwähnen. Es ist bekannt, dass der Kalk- oder Doppelspat einen auf ihn

fallenden gewöhnlichen, neutralen Lichtstrahl im allgemeinen in zwei linear polarisierte Strahlen zerlegt, deren Schwingungsebenen senkrecht auf einander stehen. Nicol schnitt nun einen solchen Krystall in einer gewissen Richtung in zwei Hälften, polierte die Schnitthälften und verband dieselben darauf durch Kanadabalsam. Dadurch erreichte er, dass der sogenannte ordentliche Strahl, der einen anderen Brechungsindex hat als der andere sogenannte ausserordentliche Strahl — weil er den Krystall mit einer anderen Geschwindigkeit durcheilt —, an der Kanadabalsamschicht total reflektiert wurde, so dass für die Beobachtung nur der eine linear polarisierte Strahl übrig blieb. Fällt nun ein neutraler Strahl auf dieses Prisma, so kann man dasselbe drehen, so viel man will, und die Helligkeit des Gesichtsfeldes bleibt immer die nämliche. Ganz anders, wenn ein linear polarisierter Lichtstrahl auf das Prisma fällt: nun hat die Helligkeit des Gesichtsfeldes ein Maximum, wenn die Polarisationsebene des Strahls mit einer gewissen Ebene des Prismas zusammenfällt, wogegen bei der darauf senkrechten Stellung des Prismas Dunkelheit herrscht. In den dazwischenliegenden Stellungen herrscht eine Helligkeit, welche bei einer jeden Lage proportional dem Quadrat der in die erstgenannte Ebene des Prismas fallenden Amplitude des polarisierten Strahles ist, da die Helligkeit eines Lichtstrahls nicht mit der Amplitude desselben, sondern mit dem Quadrat der letzteren wächst. Es wird ohne weiteres einleuchten, dass bei einem nur teilweise polarisierten Lichtstrahl in keiner Stellung völlige Dunkelheit des Gesichtsfeldes eintreten kann. Dieses Nicol'sche Prisma, das natürlich überhaupt sowohl als polarisierende wie als analysierende Vorrichtung benutzt werden kann, ist bei sehr vielen Instrumenten zur Untersuchung der atmosphärischen Polarisation verwandt worden; so wird es auch statt des Turmalins bei dem Savart'schen Polariskop benutzt. Dieses von dem bekannten französischen Physiker Savart erfundene Instrumentchen beruht in erster Linie auf den Erscheinungen der sogenannten farbigen Polarisation. Wie letztere zustande kommt, möge im Prinzip durch beistehende Figur 1 angedeutet werden.

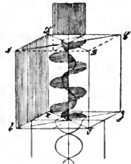


Fig. 1.

Der grosse Kubus, der oben und unten von den Flächen *EFGH* und *ABCD* begrenzt ist, bedeutet etwa das Stück eines Gypsblättchens. Gyps gehört bekanntlich zu den doppelbrechenden Krystallen. Zwei sich unter einem Winkel von 90° schneidende Diagonalebenen stellen die Schwingungsebenen des ordentlichen bezw. ausserordentlichen Strahls dar. Durch die Parallele zu *AD* und *BC* in der Mitte wird die Polarisationsebene eines auf den Gyps auffallenden linear polarisierten Lichtstrahls dargestellt. Dieser Strahl wird nun im Krystall in zwei senkrecht zu einander polarisierte Strahlen zerlegt, welche durch die beiden eingezeichneten Wellensysteme angedeutet sind. Treten die beiden Strahlen aus dem Krystall heraus, so werden sie etwa durch einen Nicol auf ein und dieselbe Schwingungsebene reduziert. Da nun der ausserordentliche und der ordentliche Strahl ihrem verschiedenen Brechungsexponenten entsprechend eine verschiedene Geschwindigkeit im Krystall besitzen, so dass sie eventuell mit verschiedenen Schwingungsphasen aus demselben austreten, so giebt die Zurückführung auf eine gemeinschaftliche Schwingungsebene leicht zu Interferenzen Veranlassung, so dass bei Anwendung

nichthomogenen Lichtes Farbenerscheinungen auftreten können. Das Savart'sche Polariskop besteht nun speziell aus zwei unter einem Winkel von 45° zur optischen Achse geschnittenen, etwa 2 cm dicken Quarzplatten, die so aufeinander gekittet sind, dass ihre Hauptschnitte sich rechtwinklig kreuzen, und einem davor befestigten Nicol resp. einem Turmalin, dessen Polarisationsebene mit den Hauptschnitten der Quarzplatten Winkel von 45° bildet. Blickt man durch diesen Apparat auf irgend einen Punkt des blauen Himmels, so gewahrt man im Gesichtsfelde im allgemeinen — wir werden hernach noch einige Ausnahmen kennen lernen — gradlinige farbige Streifen, sogenannte Polarisationsfransen, welche um so intensiver sind, je vollkommener polarisiert das auffallende Licht ist, d. h., je grösser das Verhältnis zwischen der grössten Amplitude und der darauf senkrecht stehenden kleinsten ist. Für einen und denselben anvisierten Punkt haben die Fransen bei zwei auf einander senkrecht stehenden Stellungen des Polariskops die grösste Intensität, nur dass in der einen Lage ein schwarzer Streifen, in der andern ein weisser Streifen in der Mitte ist. In diesen beiden Stellungen wird die Lage der Polarisationsebene bezw. die darauf senkrechte Ebene unmittelbar durch die Richtung der Streifen angegeben. Dieses Instrumentchen lässt die feinsten Spuren von Polarisation erkennen und hat daher auch bei der Erforschung der Thatsachen auf dem Gebiete der atmosphärischen Polarisation, die wir nunmehr in's Auge fassen wollen, eine besonders grosse Rolle gespielt.

Die Entdeckung der atmosphärischen Polarisation wurde von mehreren Physikern unabhängig von einander gemacht, doch kann es durchaus keinem Zweifel unterliegen, dass der berühmte französische Physiker Arago der erste Entdecker war. Höchstwahrscheinlich machte er im Jahre 1809 die ersten diesbezüglichen Beobachtungen; die ersten Veröffentlichungen erschienen im Jahre 1812 in den *„Mémoires de la classe des Sciences mathématiques et physiques de l'Institut de France“*. Arago wusste bereits, dass das Maximum der Polarisation an solchen Punkten des Himmels vorhanden war, die um 90° von der Sonne entfernt sind. Zuerst war er der Meinung, dass hier die Polarisation eine vollkommene sei, d. h. also nach den vorhergehenden Auseinandersetzungen, dass die Schwingungen bei einem Lichtstrahl, der von einer um 90° von der Sonne abstehenden Stelle des Himmelsgewölbes in das Auge des Beobachters gelangt, nur in einer einzigen Ebene vor sich gingen. Später aber wusste er wohl, dass die Polarisation an sämtlichen Punkten des Himmels nur eine teilweise sei. Was die Polarisationsebene betrifft, so gelangte er zu dem Resultat, dass das Licht an einem beliebigen Punkte des Firmaments unter normalen Verhältnissen, wenn also z. B. grössere Wolkenmassen keine Störung verursachen, in derjenigen Ebene polarisiert sei, welche durch die Sonne, den anvisierten Punkt und das Auge des Beobachters bestimmt ist. Daraus folgerte er weiter, dass, wenn der Beobachter stets nach dem Nordpol visiert, die Polarisationsebene jederzeit mit dem Stundenkreis desselben zusammenfällt. Wenn es nun möglich war, aus der Farbenänderung im Gesichtsfeld eines in einer gegebenen Richtung auf den blauen Himmel gerichteten Polariskops einen bestimmten Schluss auf die damit zusammenhängende Veränderung der Lage der Polarisationsebene zu ziehen, so war damit das Problem einer Farbenuhr, das mit zu seinen Lieblingsideen gehörte, gelöst. Hierüber hat sich Arago im Jahre 1816 mehrfach mit Alexander von Humboldt unterhalten. Er hat diese Idee nirgends veröffentlicht und die Ehre der auf den angedeuteten Prinzipien beruhenden Konstruktion einer Polaruhr gebührt, wie

es auch Arago rückhaltlos anerkannt hat, dem Engländer Wheatstone, welcher eine solche im Jahre 1849 der Pariser Akademie der Wissenschaften vorlegte. Es geht über den Rahmen des Aufsatzes hinaus, genauer auf die Einrichtung dieses Instrumentes, das im Grunde genommen nur den Wert eines wissenschaftlichen Kuriosums besitzt, einzugehen und es soll für die sich für den Gegenstand interessierenden Leser nur auf die in dem Lehrbuch der kosmischen Physik von Müller (4. Auflage, pag. 410) vorhandene Beschreibung desselben verwiesen werden. Uebrigens ist auch der von Arago aufgestellte Satz, nach welchem die Hauptpolarisationsebene für den von einem beliebigen Punkt des Himmels zu uns gelangenden Lichtstrahls mit der durch eben diesen Punkt, die Sonne und das beobachtende Auge gelegten Ebene koincidiere, keinesfalls in aller Strenge gültig, wenn auch diese Anschauung für lange Zeit förmlich zu einem wissenschaftlichen Dogma geworden war. Es ist das Verdienst Henri Becquerels, hier Wandel geschafft zu haben. Dieser Gelehrte zeigte nämlich zuerst in einer im Jahre 1880 in den „*Annales de Chimie et de Physique*“ erschienenen Studie über die Polarisation des zerstreuten Himmelslichtes, dass dieser Satz keinesfalls allgemeine Gültigkeit besitze, dass er höchstens für vereinzelte Punkte und für andere Punkte nur zu bestimmten Zeiten zutreffe, dass also im Allgemeinen zwischen der soeben definierten und der thatsächlich vorhandenen Polarisationsebene eine, wenn auch oft noch so kleine, Winkeldifferenz vorhanden ist, derart, dass die Polarisationsebene ein wenig unterhalb der Sonne hergeht, zwischen dieser und dem Horizont. Becquerel stellte mit Hülfe eines eigens für diesen Zweck konstruierten Polarimeters in sehr eingehender Weise den täglichen Verlauf der besagten Winkeldifferenz für eine Reihe von Punkten fest; dabei berücksichtigte er vor allem derartige Punkte, welche in Bezug auf den täglichen Gang der Sonne symmetrisch liegen, nämlich Punkte im Meridian und im ersten Vertikalkreis, indem er hier wiederum besonders die in der Nähe des Horizonts befindlichen Punkte in's Auge fasste. Für die Winkelvariation der zuletzt bezeichneten Punkte konnte er folgendes Gesetz aufstellen: „Wenn man an einem Tage mit unbewölktem Himmel einen im Meridian in der Nähe des Horizonts gelegenen Punkt beobachtet, so ist zunächst bei Sonnenaufgang der Winkel zwischen der Polarisations- und der Sonnenebene sehr klein, derselbe vergrössert sich aber allmählich und erreicht im Laufe des Morgens seinen grössten Wert, vermindert sich dann, wird 0 gegen Mittag, wächst von neuem bis zu einem zweiten Maximum, nimmt gegen Abend ab und wird wieder 0 gegen Sonnenuntergang.“ Für den Zenit durfte nach Becquerels Theorie keine Winkeldifferenz zwischen der definierten und der thatsächlich vorhandenen Ebene bestehen; er fand dies auch bestätigt. Die Deckung genannter Ebenen musste aber nach seiner Ansicht auch statthaben für die vorhin bezeichneten Punkte im Moment des Sonnenauf- oder Unterganges, sowie auch in dem Moment, wo die Sonne durch den Meridian ging. Dies aber zeigten die Beobachtungen nicht und daher wurde Becquerel dazu geführt, nach Einflüssen zu suchen, welche event. die Störungen verursachen könnten. Nach einer genauen Untersuchung des Gegenstandes, nachdem er vor allem festgestellt hatte, dass die Hauptpolarisationsebene im Moment des Meridiandurchganges der Sonne für einen Punkt am Nordhorizont mit dem Uhrzeiger, für einen Punkt am Südhorizont gegen den Uhrzeiger gegen die nach seiner ursprünglichen Theorie berechnete Ebene gedreht erscheint, nachdem sich ferner herausgestellt hatte, dass die Abweichung für eine senkrecht zur Inklinationsnadel stehende Richtung der

Null sehr nahe kam, trug er kein Bedenken, die erwähnten Störungen auf eine Wirkung des erdmagnetischen Feldes zurückzuführen. In dem Sinne einer durch ein magnetisches Feld verursachten Drehung der Polarisationsebene lag ferner noch der Umstand, dass sich die Drehung für die blauen Strahlen im allgemeinen grösser als für die roten ergab, während das weisse Licht ein mittleres Verhalten zeigte. Becquerels Theorie wurde zuerst vielfach bekämpft, wird aber heutzutage kaum mehr ernstlich beanstandet. Wenn wir nunmehr nach der Besprechung dieser hochbedeutenden Untersuchungen über die Lage der Hauptpolarisationsebene zu Arago zurückkehren, so müssen wir in erster Linie der Entdeckung eines Punktes am Himmelsgewölbe gedenken, welcher unpolarisiertes, „neutrales“ Licht aussendet. Dieser Punkt, der nach seinem Entdecker als der „Arago'sche Punkt“ bezeichnet wurde, ist nur bei tiefstehender Sonne sichtbar und ist dann im Sonnenvertikal, d. h. in der durch Sonne, Zenit und Beobachter gelegten Ebene zu finden, und zwar einige Grade über dem 180 Grad von der Sonne entfernten Gegenpunkt der Sonne, dem sogenannten antisolaren Punkt. Während nun Arago gefunden hatte, dass die Hauptpolarisationsebene der meisten im Sonnenvertikal liegenden Punkte mit eben dieser Ebene zusammenfalle, zeigte es sich, dass die Polarisationsebene der jenseits des neutralen Punktes im Sonnenvertikal liegenden Punkte senkrecht zum Sonnenvertikal stehe. Dieses verschiedene Verhalten der Punkte diesseits und jenseits des „neutralen“ Punktes war Arago äusserst befremdlich. Bald wollte er die eine Art der Polarisation durch Reflexions-, dagegen die andere durch Brechungsvorgänge erklären, an einer anderen Stelle seiner Schriften, auf die wir später zurückkommen werden, scheint er beide Phänomene durch ein und dieselbe Ursache, eine besondere Art der Reflexion erklären zu wollen. Es mag hier übrigens noch erwähnt sein, dass dieser neutrale Punkt etwa bei 20 bis 30° über dem antisolaren Punkt deutlich sichtbar wurde, sobald die Sonnenhöhe unter einen gewissen Betrag hinabgesunken war. Während derselbe bei heiterem Himmel im Sonnenvertikal lag, genügte dagegen das Vorhandensein irgend einer grösseren Wolke, um ihn merklich aus genannter Ebene herauszubringen.

Ein direkter Versuch führte Arago zu der Annahme, dass erst eine Luftschicht von 50 m Dicke hinreiche, um eine merkliche Polarisation zu erzeugen. Erwähnen wollen wir auch noch, dass der unermüdliche Forscher auch das von den Wolken kommende Licht auf die Polarisation hin untersuchte und dass er diese Beobachtungen durch Experimente an künstlich hervorgebrachten Wolken ergänzte. Im August 1838 teilte er dem Längenbureau mit, seine Versuche hätten ergeben, dass das von den Wolken zu uns gelangende Licht nicht merklich polarisiert sei. Jedoch beruhigte er sich endgültig doch nicht hierbei und so wurden im Jahre 1850 auf sein besonderes Verlangen hin von dem bekannten Luftschiffer Barral gelegentlich der mit Bixio unternommenen Luftschiffahrten sehr sorgfältige Untersuchungen hierüber angestellt. Dieselben ergaben in der That das Fehlen der Polarisation bei dem von den Wolken stammenden Lichte, sei es nun, dass die in das Beobachtungsinstrument gelangenden Strahlen durch die Wolke hindurchgegangen oder von derselben reflektiert waren. Desgleichen untersuchte Arago die Polarisation des Sonnenringes und er konstatierte schliesslich, dass man mit einem empfindlichen Polariskop bei Mondschein die Polarisation solcher Strahlen nachweisen konnte, welche von genügend weit vom Monde entfernten Punkten ausgingen.

Durch die Arago'sche Entdeckung veranlasst, hatte sich eine grosse Reihe von Physikern an das Studium der atmosphärischen Polarisation herangemacht; so nennen wir Biot, Delezenne aus Lille, Quetelet aus Brüssel, Airy, Bravais, Chevalier, Seebeck, Herschel und auch Goethe, der sich bekanntlich mit Vorliebe optischen Phänomenen zuwandte. Von Biot sei erwähnt, dass er das Licht des Regenbogens auf die Polarisation hin untersuchte; er fand, dass das Licht, aus welchem die beiden Hauptbogen bestânden, vollständig polarisiert sei in Ebenen, welche durch ihren gemeinsamen Mittelpunkt gingen.

Auf Herschel, der sich in Spekulationen über die Ursache des Phänomens erging und der sich unstreitig dadurch ein besonderes Verdienst erworben hat, dass er zuerst mit grosser Deutlichkeit auf die Wichtigkeit des Studiums der atmosphärischen Polarisation für die gesamte meteorologische Optik hingewiesen hat, werden wir hernach kurz zurückkommen. Ein junger deutscher Gelehrter, Namens Kloeden, brachte in seiner Dissertationsschrift *„De luce aere polarisata“* sehr bemerkenswerte Resultate über den Gang des Arago'schen Punktes zu Tage. Die Arbeit geriet jedoch bald in Vergessenheit, der sie erst in neuerer Zeit durch Busch in Arnsberg entrissen wurde.

Bald darauf, im Jahre 1840, wurde von dem französischen Physiker Babinet eine weitere, wichtige Entdeckung gemacht. Derselbe beobachtete die Höhenänderungen des Arago'schen Punktes mit dem Savart'schen Polariskop. Brachte er das Instrument in eine solche Lage, dass die Polarisationsfransen in der Richtung des Sonnenvertikals verliefen, so wurden dieselben bei Annäherung an die Sonne vom Zenit aus schwächer und schwächer und verschwanden völlig in einem gewissen Abstand vom Tagesgestirn. Ging er über besagten Abstand hinaus, so traten die Streifen in den komplementären Farben wieder auf. Wenn er nun das Polariskop auf den betreffenden Punkt richtete, so blieben die Fransen unterbrochen, er mochte das Instrument drehen, wie er wollte. Es konnte somit für Babinet keinem Zweifel unterliegen, dass er es mit einem neutralen Punkt zu thun hatte. Nunmehr widmete er sich mit Eifer der Weiterverfolgung seiner Entdeckung und er konnte noch im selben Jahre das Resultat veröffentlichen, dass ein solcher neutrales Licht aussendende Himmelspunkt bei niedrigem Sonnenstande sowohl im Osten bei aufgehender als auch im Westen bei untergehender Sonne vorhanden sei. In einer späteren Notiz teilte er mit, dass der Arago'sche Punkt nach Sonnenuntergang beträchtlich steigt, während der von ihm entdeckte Punkt — dem man den Namen „Babinet'scher Punkt“ gegeben hat — erheblich sinkt, wobei zu bemerken sei, dass letzterer in geringerem Grade seinen Ort verändert als der Arago'sche Punkt.

Als der englische Physiker Brewster von dieser Entdeckung gehört hatte, wandte auch er sich dem Studium der atmosphärischen Polarisation zu. Er begann seine Beobachtungen im April des Jahres 1840 und setzte dieselben vier volle Jahre fort, wobei er die Wissenschaft durch eine Reihe sehr wichtiger Thatsachen bereicherte. Brewster machte eine Unmenge von Messungen über die Lage der bereits bekannten neutralen Punkte, über ihre Ortsveränderung bei verschiedenen Witterungszuständen, verschiedenen Durchsichtigkeitsgraden der Luft, verschiedenen Helligkeitsstufen des Himmels und verschiedenen Sonnenhöhen. Desgleichen machte er eingehende Untersuchungen über die Grösse der maximalen Polarisation. Interessant sind seine Bemühungen, eine Formel zu finden, mittels derer man für den Fall, dass die Sonne im Horizont steht, diejenigen Linien konstruieren könne, welche die eine gleiche Polarisation aufweisenden Punkte

am heiteren Himmel verbinden. Später hat der französische Physiker Bosanquet, der eingehende kritische Studien über die Polarisation des zerstreuten Himmelslichtes geliefert hat, gezeigt, dass die von Brewster zu Grunde gelegte Formel falsch sei. Nichtsdestoweniger mögen hier um des historischen Interesses halber und weil nach der Ansicht des Verfassers diese Bemühungen die einzigen in dieser Richtung sind, die Karten der Linien gleicher Polarisation, wie sie Brewster aus seiner Formel ableitete und welche er zuerst im Jahre 1848 in Johnston's „Physical-Atlas" veröffentlichte, ihre Darstellung finden. In der nachstehenden Figur 2, welche ich dem „Philosophical Magazine" entnommen habe, sind die Linien gleicher Polarisation einmal projiciert auf die senkrecht zu den Sonnenstrahlen stehende Ebene und zweitens auf den Horizont.

Was Brewster's Beobachtungen über die maximale Polarisation betrifft, so sei nur das wichtige Resultat erwähnt, dass das Maximum, falls die Sonne im Horizont steht, an einem am Horizont um 90° von der Sonne abstehenden Punkt

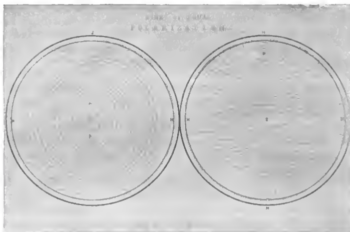


Fig. 2.

geringer ist als das entsprechende Maximum im Sonnenvertikal. Er hatte für diese Untersuchungen selber ein Instrument mit einem gegen den zu untersuchenden Lichtstrahl drehbaren Glasplattensatz konstruiert und stellte die Beobachtungen derart an, dass er entweder den veränderlichen Winkel bestimmte, bei welchem das polarisierte Himmelslicht durch eine gegebene Zahl dünner Glasplatten depolarisiert wurde, oder auch die wechselnde Plattenzahl, durch welche er bei unverändertem Winkel den nämlichen Effekt erzielen konnte. Als das Mass der Polarisation — und so wollen wir es durchgängig annehmen — betrachtete er den Quotient aus der Differenz und der Summe der Hauptintensitäten eines teilweise polarisierten Lichtstrahls. Es lässt sich nun aus seinen diesbezüglichen Zahlenangaben berechnen, dass die grösste von ihm beobachtete Polarisation nach dem soeben definierten Masse 0,866 war.

Bezüglich des Arago'schen Punktes gelangte Brewster zu folgendem Resultat: „Wenn bei normalen Verhältnissen der Atmosphäre die Sonne 11 bis 12° über dem Horizont steht, liegt der Arago'sche Punkt im Horizont und ist somit nur

11 bis 12° vom Gegenpunkt der Sonne entfernt. Bei sinkender Sonne wächst dieser Abstand kontinuierlich und beträgt, wenn die Sonne den Horizont erreicht hat, $18^1/_2{}^0$. Derselbe wächst nach Sonnenuntergang noch weiter bis zu einem maximalen Abstand von ca. 25°.“ Die Quintessenz seiner Beobachtungen über den Babinet'schen Punkt stellte Brewster in dem Satz zusammen, dass sich dieser Punkt bei sinkender Sonne vom Sonnencentrum entfernt und einen Abstand von $18^1/_2{}^0$ erreicht, wenn die Sonne im Horizont steht. Im Jahre 1841 fand er bei einem annormalen Zustand der Atmosphäre einen sekundären neutralen Punkt im Sonnenvertikal, welcher in der Nähe des Arago'schen Punktes lag; zu beiden Seiten desselben war die Polarisation positiv, d. h. es fiel die Polarisationsebene mit dem Sonnenvertikal zusammen. Brewster hat dies Phänomen zu wiederholten Malen beobachtet und erwähnt, dass es am besten in die Erscheinung trat am Seehorizont, welcher mit einem dunklen, wenige Grade hohen Streifen gezeichnet war, der auf entfernten Nebel schliessen liess. Sehr bestimmt äusserte er, dass auch der Babinet'sche Punkt bei besonderen atmosphärischen Bedingungen von einem sekundären neutralen Punkt begleitet sein müsse; er selber hat jedoch keine Gelegenheit gehabt, ein solches Phänomen zu konstatieren. Theoretische Erwägungen führten diesen Physiker auch zu dem festen Glauben, dass ein neutraler Punkt zwischen Sonne und Horizont gefunden werden müsse, und thatsächlich entdeckte er einen solchen am 28. Februar 1842. Dieser Punkt ist der Natur der Sache nach nur zu sehen, wenn die Sonne überm Horizont steht, und da die Beobachtung durch die Flut von Licht, welche der Sonne entströmt, äusserst erschwert wird und zudem auch noch die Unreinheit der Atmosphäre in der Nähe des Horizonts störend in's Gewicht fällt, so ist es wohl zu verstehen, dass ihn manche spätere mit den besten Instrumenten bewaffnete Beobachter nicht haben auffinden können, hatte doch auch Brewster selber eine Unmenge von Fehlversuchen angestellt, bevor er die Entdeckung machte.

Als ein weiterer Fortschritt in der Erkenntnis der Polarisation des Himmelslichtes ist eine Arbeit von Bernard in Bordeaux zu verzeichnen, insofern er hier das auch später vollauf bestätigte Resultat darlegte, dass sich die Maximalpolarisation in demselben Masse vermindert, wie sich die Sonne dem Meridian nähert, dass dieselbe dagegen wächst, wenn sich die Sonne wieder vom Meridian entfernt und dass dieselbe kurz vor Sonnenuntergang ihren grössten Wert erreicht.

Durch ein ganz ausserordentlich reiches Beobachtungsmaterial wurde ferner dieses Wissensgebiet durch den schwedischen Forscher Rubenson gefördert, der in einer hochbedeutenden, 238 Grossfolioseiten umfassenden Arbeit zunächst eine ausführliche Litteraturübersicht gab und sodann die Resultate und die Theorie seiner eigenen sehr mühsamen Untersuchungen gab. Letztere wurden mit Ausnahme einiger weniger im Jahre 1859 in Upsala angestellter Untersuchungen von Anfang Juni bis Anfang August 1861 in Rom, von da ab bis Ende August desselben Jahres in Segni in Italien und vom Anfang Oktober 1861 bis Ende Juli 1862 wiederum in Rom angestellt. Rubenson knüpfte seine Untersuchungen, wie es auch Bernard gethan, an den im Sonnenvertikal liegenden Punkt maximaler Polarisation an. Diesen Punkt wählte er, weil die Polarisation desselben, um mit ihm zu reden, als die Grösse angesehen wurde, welche als Mass des polarimetrischen Zustandes der Atmosphäre dient, oder als Mass der Intensität, mit welcher die unbekannten Kräfte, von denen die Polarisation abhängt, wirken.

Vorsichtig, wie er war, wollte er sich jedoch zuerst davon überzeugen, dass das Maximum thatsächlich in einem Sonnenabstand von 90° liegt. Zu dem Ende stellte er zunächst Beobachtungen in Upsala an; das Mittel seiner Beobachtungen ergab: 90° 2′, also mit genügender Annäherung 90°; dabei wollen wir aber sogleich bemerken, dass sich je nach dem Zustand der atmosphärischen Bedingungen, unter denen er beobachtete, Abweichungen bis zu mehreren Graden ergaben. Später begab er sich nach Italien — er hatte gehofft, hier einen für diese Beobachtungen besonders geeigneten, klaren Himmel zu finden —, wo er zunächst das in Schweden gefundene Resultat prüfte und es bestätigt fand. Sodann ging er an seine Hauptaufgabe, die Untersuchung der Polarisation im Punkte maximaler Polarisation, heran. Sehr bald schon konnte er das von Bernard gefundene Gesetz bestätigen, dass die Polarisation am Vormittag abund am Nachmittag zunähme. Wann um die Mittagszeit das Minimum einträte, musste er unentschieden lassen. Schliesslich neigte er sich zu der Ansicht, dass der kleinste Wert etwas vor Mittag erreicht wird. Des weiteren untersuchte Rubenson den Einfluss der Jahreszeit auf die tägliche Variation der Polarisationsgrösse, wobei er fand, dass dieselbe (die Differenz zwischen Maximum und Minimum) im Sommer grösser ist als im Winter. Ja, er fand eine Formel für diesen jährlichen Gang, die sich seinen Beobachtungen gut anschliesst. Ebenso stellte er Untersuchungen über den jährlichen Gang der Polarisation an. Hierfür konnte er selbstverständlich nur solche Werte mit einander vergleichen, welche der nämlichen Sonnenhöhe entsprachen, da doch offenbar der Stand der Sonne von Einfluss auf das Phänomen überhaupt und somit auch auf die Grösse der Polarisation in einem um 90° von der Sonne entfernten Punkt ist. Um nun nach diesem Gesichtspunkt einwandsfreie Messungen zu haben, wählte Rubenson für diese Beobachtungen den Zeitpunkt, wo die Sonne im Horizont steht. Für den Winter erhielt er einen mittleren Wert von 0,782, für den Sommer einen solchen von 0,700. Eine Formel für diese jährliche Gleichung aufzustellen, gelang ihm nicht.

In einem besonderen Kapitel bespricht Rubenson sodann einige eigentümliche Polarisationsbeobachtungen, die er bei Wolken oder auch bei teilweise bedecktem oder gleichmässig schwach bewölktem Himmel fand. Da wir aber unser Hauptaugenmerk auf die zunächst am wichtigsten erscheinenden Polarisationsphänomene bei blauem Himmel richten wollen, müssen wir uns versagen, hierauf näher einzugehen, und wollen nur erwähnen, dass Rubenson am 20. Juni 1862 bei teilweise bedecktem Himmel einen den Babinet'schen Punkt begleitenden neutralen Punkt beobachtete, von dem der vorhin erwähnte Physiker Busch glaubt, dass er dem von Brewster theoretisch vorausgesagten Punkt entspreche.

Da Rubenson den Einfluss der meteorologischen Faktoren vollauf zu würdigen wusste, so unterliess er es nicht, sämtlichen Beobachtungsreihen eine Schilderung des gleichzeitigen Zustandes der Atmosphäre anzuschliessen, soweit er sich durch Barometerbeobachtungen, durch die Bestimmung der Zahl, Grösse, Form und Lage von Wolken, sowie auch durch die Schätzung der Reinheit der Luft oder der Sättigung der blauen Himmelsfarbe festlegen liess. Der wolkenlose Zustand des Himmels erschien ihm als der normale, so dass sein erst angegebenes nächstes Ziel, nämlich die Aufsuchung des Ortes maximaler Polarisation, an wolkenlosen Himmel geknüpft war; andererseits aber hat Rubenson niemals verkannt, dass gerade die durch Gewölk verursachten Störungen von grossem Wert werden können für die Erkenntnis der Ursachen der Polarisation.

Recht nahe Beziehungen zu den zuerst angegebenen Rubenson'schen Beobachtungen hat eine vom Verfasser im Jahre 1898 veröffentlichte Arbeit über seine vom Sommer 1894 bis zum Herbst 1896 in Kiel vorgenommenen himmelsphotometrischen Messungen. Es war dem Verfasser wesentlich um die Bestimmung der Polarisationsgrösse zu thun. Dabei schlug er aber einen gänzlich neuen Weg ein, insofern er stets einen und denselben Himmelspunkt auf die Polarisation hin untersuchte, während die früheren Beobachter, welche zunächst nur Punkte maximaler oder minimaler (neutrale Punkte) Polarisation untersuchten, zur Beobachtung des zeitlichen Verlaufs des Phänomens genötigt waren, ihre Instrumente auf stets wechselnde Punkte des Himmelsgewölbes zu richten. Diese Methode war nun offenbar nicht allein zeitraubend durch die dadurch bedingten Vorversuche zur Auffindung jener Punkte, sondern es trat vor allem naturgemäss mit dem Wechsel des Orts eine Veränderung der sonstigen atmosphärischen Einflüsse hinzu; so änderte sich beispielsweise die Dicke der Luftschicht über dem Beobachter von Augenblick zu Augenblick, was bei der neuen Methode ausgeschlossen war. Es springt in die Augen, dass der Zenit ein besonders ausgezeichneter Punkt ist, und so wurde dieser für die Messungen gewählt. Bei der Wahl dieses Punktes sprach übrigens auch noch der Umstand mit, dass, solange die Sonne schien, die Messungen bei dem benutzten Instrument, dem L. Weber'schen Polarisationsphotometer, dadurch wesentlich erleichtert wurden, dass die Hauptpolarisationsebene unmittelbar durch das Sonnenvertikal gegeben war. Zunächst ging mit Evidenz aus dem gesamten Beobachtungsmaterial hervor, dass die Polarisationsgrösse im Zenit in erster Linie von dem Stande der Sonne abhängig war, dass aber auf der andern Seite dies keineswegs der einzige massgebende Faktor war. So möge als krassestes Beispiel folgendes gewählt sein: Das Maximum bei einer Sonnenhöhe von ca. 18° hat sich zu 0,579 ergeben, das Minimum zu 0,337, was einer Differenz von 0,242 entspricht. Derartig verschiedene Werte bei ein und derselben Sonnenhöhe können natürlich nur ihre Erklärung finden durch völlig verschiedene atmosphärische Einflüsse, die an den verschiedenen Beobachtungstagen herrschten. Abgesehen von diesen Differenzen kamen aber auch oft an ein und demselben Beobachtungstage innerhalb weniger Minuten ganz auffällige Schwankungen der Polarisationswerte vor; diese schienen zum grossen Teil durch rein lokale Einflüsse verursacht zu werden, wie denn häufig der von benachbarten Schornsteinen — die Beobachtungen wurden innerhalb der Stadt Kiel auf dem flachen Dach des alten physikalischen Universitätsinstituts vorgenommen — aufsteigende Rauch die Messungen in einer sehr schwer kontrollierbaren Weise störte. Alles in allem haben die vom Verfasser vorgenommenen Untersuchungen vollauf bestätigt, dass Nebel, Rauch und Wolken, indem sie die Polarisationsgrösse herabdrücken, äusserst störend auf den regelmässigen Gang des Phänomens einwirken. Dabei muss erwähnt werden, dass im allgemeinen nur bei heiterem Himmel beobachtet wurde und dass die Messungsreihen unterbrochen wurden, sobald sich Wolken zeigten.

Der Wunsch, zu einer getrennten Erkenntnis der einzelnen auf die Polarisation wirkenden Ursachen zu gelangen, legte es nahe, zunächst sämtliche Polarisationswerte als reine, durchschnittliche Funktion der Sonnenhöhe darzustellen, da dies offenbar das am stärksten wirkende Argument ist. Diese Beziehung zwischen Sonnenhöhe und Polarisationsgrösse im Zenit findet ihren Ausdruck durch die in nebenstehender Figur 3 abgebildete Kurve. Diese zeigt einen nahezu geradlinigen Anstieg der Polarisation von ca. 54° bis auf nahezu

— 2° Sonnenhöhe, worauf ein Abfall eintritt. Es mag nach dem Vorhergehenden vielleicht überraschen, dass das Maximum bei — 2° und nicht bei 0° eintritt. Es lässt sich aber diese Thatsache vielleicht durch die auch durch eine andere Beobachtung gestützte Annahme verstehen, dass der Sonnenuntergang ein Anschwellen der Polarisation herbeiführt. Nachdem nun diese einfache Beziehung der Polarisationsgrösse im Zenit zum Abstand der Sonne von diesem Punkte bekannt war, konnte dieselbe natürlich von den nach Tageszeiten zusammengefassten Polarisationswerten in gebührender Weise in Abzug gebracht werden, um so den von der Sonnenhöhe befreiten, ausgeprägten Tagesverlauf des Phänomens zu erhalten. Nach diesem Gesichtspunkt wurden die im Juli, die im September und die während sämtlicher Monate, in denen gemessen wurde, gesammelten Beobachtungen verwertet und ergaben die in beistehender Figur 4 gezeichneten Kurven. Wie sich ohne weiteres aus den Abbildungen ergiebt, stimmen die gewonnenen Resultate mit den vorhin erwähnten Rubenson'schen insofern überein, als die Differenzen zwischen Maximum und Minimum im Sommer grösser sind als im Winter, ferner auch darin, dass die Tageskurve am Abend ein Maximum und um die Mittagszeit ein Minimum hat. Während aber Rubenson die genaue Stunde des

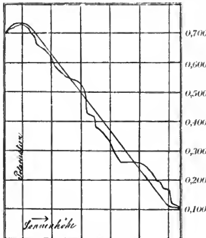


Fig 3.

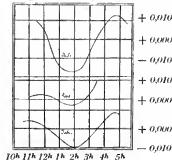


Fig. 4.

Minimums aus seinen Beobachtungen nicht ableiten konnte, war hier mit Sicherheit zu konstatieren, dass dasselbe nach Mittag, und zwar ca. zwei Stunden, eintrat. Die Differenz zwischen dem grössten und kleinsten Tageswert ergiebt für den Juli 0,029, für den September 0,013, und für das Jahr 0,017. Demnach sind die von Rubenson angegebenen Tagesschwankungen erheblich grösser, was offenbar ein Punkt von Bedeutung ist. Dieser Unterschied bezüglich der beiden Resultate scheint einmal durch die Verschiedenheit der angewandten Methoden und andererseits dadurch verständlich zu werden, dass die Messungen unter verschiedenen Klimaten vorgenommen wurden. Dabei muss berücksichtigt werden, dass nach neueren Untersuchungen von Connel und Soret die relativ starke Beleuchtung des Bodens um die Mittagszeit die Grösse der atmosphärischen Polarisation herabdrückt. Da nun bei den vorstehenden Kurven die direkte Beziehung des Phänomens zur Sonnenhöhe prinzipiell fortfällt, während sie bei Rubenson bestehen bleibt, muss sich der von Connel und Soret nachgewiesene

Einfluss offenbar insofern geltend machen, als die Differenz zwischen der um Mittag herrschenden Polarisation und der vorher oder nachher vorhandenen stärker ist als die aus den Kieler Beobachtungen berechnete Differenz. Dazu kommt, dass Rubenson seiner Methode gemäss am Mittag an verhältnismässig niedrig gelegenen Stellen des Himmels, am Abend dagegen in der Nähe des Zenits beobachtete. Da nun aber, wie erwähnt, Brewster gefunden hat, dass die Polarisation in einem am Horizont um 90° von der Sonne entfernt liegenden Punkte kleiner ist als der entsprechende Wert im Zenit, woraus doch wohl hervorzugehen scheint, dass die vom Horizont kommenden Strahlen überhaupt eine schwächere Polarisation aufweisen als die von höher gelegenen Stellen des Himmels zu uns gelangenden Lichtstrahlen, so würde auch von diesem Gesichtspunkte aus bei Rubenson eine Vergrösserung der Differenzen zwischen dem grössten und dem kleinsten Wert der Polarisation innerhalb eines Tages zu erwarten sein. Was die verschiedenen Breiten betrifft, unter denen in dem einen und dem andern Falle beobachtet wurde, so ist es einmal klar, dass in einem südlicher gelegenen Lande die direkt die Beobachtungen beeinflussenden Schwankungen des Sonnenstandes stärker in's Gewicht fallen, und es muss andererseits bedacht werden, dass der tägliche Gang der sonstigen meteorologischen Elemente, der offenbar innig mit dem Gang der Polarisation verknüpft ist, ein um so ausgeprägterer wird, je weiter wir uns dem Aequator nähern. Dass im grossen und ganzen die Art der Schwankungen zu den verschiedenen Tageszeiten in beiden Fällen die nämliche war, musste man natürlich von vornherein erwarten, da die die Polarisation wesentlich bedingenden Ursachen offenbar ähnlich bei sämtlichen Himmelspunkten wirken werden. Schliesslich mag hier noch erwähnt werden, dass das nun mehrfach erwähnte Polarisationsminimum innerhalb der ersten Nachmittagsstunden in sehr naher Beziehung zu einem um die genannte Zeit bestehenden, von H. König nachgewiesenen Bewölkungsmaximum zu stehen scheint.

Auf ein völlig neues Gebiet wurde die Wissenschaft der atmosphärischen Polarisation durch die atmosphärischen Störungen hinübergeleitet. welche im Spätherbst 1883 eingetreten wareu und welche später auf die Krakatauausbrüche zurückgeführt wurden. Viele der verehrten Leser werden sich noch der wunderbaren Steigerung der Farbeneffekte der Dämmerung entsinnen, wie sie in unseren Breiten zuerst im November 1883 beobachtet wurde. Es war von vornherein zu erwarten, dass diese Störungen sich auch in den Polarisationserscheinungen widerspiegeln würden. Als der erste, der diesbezügliche Untersuchungen anstellte, wird der französische Physiker Cornu genannt. Schon in dem auf die Eruption folgenden Jahre teilte er mit, dass die maximale Polarisation am Himmelsgewölbe bedeutend geschwächt sei. Weiter fand er, dass seit dem Erscheinen des Bischop'schen Ringes, jener optischen Erscheinung, die offenbar in nächster Beziehung zur Katastrophe auf den Sundainseln stand, die Abstände der drei bekannten neutralen Punkte von der Sonne bezw. ihrem Gegenpunkt eine beträchtliche Vergrösserung erfahren hatten. Ausserdem berichtete er von vier neuen neutralen Punkten, von denen je zwei in der Nähe der Sonne bezw. ihres Gegenpunktes vorhanden waren; dabei zeigte sich je nach der Farbe in der Weise ein Unterschied, dass die Punkte bei Zwischenschaltung eines roten Glases zwischen Auge und Polariskop weiter von der Sonne entfernt waren als bei Zwischenschaltung eines grünen. Cornu fasste seine Ergebnisse dahin zusammen, dass die Intensität der Störung mit der Brechbarkeit der ausge-

sandten Strahlen abnimmt und dass dieselbe in jedem Punkte des Himmelsgewölbes mit dem Auftreten eines Lichtbündels verbunden ist, welches in einer Ebene senkrecht gegen die durch die Sonne gehende polarisiert ist.

Ohne nun etwas von den Cornu'schen Untersuchungen zu wissen, wandte sich auf die Anregung von Professor Kiessling in Hamburg hin im Frühjahr 1886 der in Arnsberg lebende Gymnasialprofessor Busch der Untersuchung der atmosphärischen Polarisation zu, indem er sich in erster Linie dem Studium der neutralen Punkte widmete. Den normalen Verlauf des Babinet'schen und des Arago'schen Punktes formulierte Busch im Jahre 1890 folgendermassen:

I. Der Abstand des Babinet'schen neutralen Punktes von der Sonne vergrössert sich mit sinkender Sonne, erreicht im Mittel sein Maximum bei Sonnenuntergang (Sonnenhöhe = — 0,5°) und nimmt nach Sonnenuntergang wieder ab, um später unter normalen Verhältnissen bis zur Zeit seines Unsichtbarwerdens von neuem zu steigen.

II. Der Abstand des Arago'schen Punktes vom Gegenpunkt der Sonne vermindert sich bei sinkender Sonne, erreicht bei 1,5° Sonnentiefe im Mittel seinen kleinsten Wert und wächst darauf bis zu seinem Unsichtbarwerden ziemlich rasch; er beträgt alsdann etwa 24°.

Diese Ergebnisse stehen, wie eine genaue Prüfung ergiebt, wohl in Uebereinstimmung mit den Resultaten früherer Beobachter und ergänzen sie in manchen Stücken. Sehr bemerkenswert war es nun, dass sich der Gang beider Punkte von 1886 bis 1889 prinzipiell änderte und ebenso, dass sich die mittleren Abstände derselben von der Sonne bezw. dem antisolaren Punkt in dem genannten Zeitraum fortwährend verminderten. Was nun dies letztere Resultat betrifft, so wusste Busch sowohl aus eigenen Beobachtungen als auch durch solche, welche von früheren Beobachtern angestellt waren, dass mit einer Trübung der Atmosphäre eine Vergrösserung des Sonnenabstandes des Babinet'schen Punktes Hand in Hand ging, und daher fasste er die soeben erwähnte Thatsache in dem Sinne auf, dass die fremden Partikelchen, mit welchen die Erdatmosphäre durch den Krakatauausbruch geschwängert worden, die relativ hohen Abstände der ersten Beobachtungsjahre bedingt hätten, wogegen in dem allmählichen Rückgang der fraglichen Abstände — diese Ueberlegungen konnten mit Recht auch auf den Arago'schen Punkt übertragen werden — das allmähliche Verklingen der 1883 eingetretenen atmosphärisch-optischen Störung angedeutet werde. Längere Zeit unterbrach nun Busch seine Untersuchungen, um erst im Februar 1891 das Savart'sche Polariskop wieder zur Hand zu nehmen. Mit Recht wurde er auf's äusserste überrascht, als die Abstände beider neutraler Punkte wieder erheblich zugenommen hatten. An erneute Vulkanausbrüche war nun nicht zu denken, und so wurde Busch auf den Gedanken gebracht, dass die Polarisationsphänomene in ursächlicher Beziehung zu Vorgängen auf der Sonne ständen. Unentwegt hat er bis auf den heutigen Tag diesbezügliche Untersuchungen fortgeführt und hat thatsächlich einen Gleichlauf zwischen dem Gang der mittleren Abstände des Babinet'schen und Arago'schen Punktes von der Sonne bezw. dem Gegenpunkt derselben und der Sonnenfleckenperiode konstatieren können. Professor Busch hat dem Verfasser in liebenswürdiger Weise die diesbezüglichen Zahlen überlassen, und die aus denselben konstruierte Kurve (Figur 5) zeigt den verehrten Lesern den in der That überraschenden Gleichlauf. Nach der Meinung von Busch würde wegen der relativ grossen mittleren Differenzen der Babinet'sche Punkt, falls sich auch

in der Folge der erwähnte ursächliche Zusammenhang ergeben sollte, das empfindlichste meteorologisch-optische Moment zur Beurteilung der Schwankungen im Auftreten der Sonnenflecken und somit der Sonnenthätigkeit überhaupt darstellen. Es braucht hier übrigens wohl kaum noch erwähnt zu werden, dass die vorhin erwähnten Erwägungen, die sich an den Krakatauausbruch knüpften, mit der zuletzt entdeckten Beziehung durchaus nicht im Vordergrunde stehen.

Verweilen wir nun noch einige Augenblicke bei den mit dem Krakatauausbruch zusammenhängenden polarimetrischen Untersuchungen, so muss in erster Linie an die interessanten Beobachtungen erinnert werden, welche **Riggenbach** aus Basel über den Bischop'schen Ring anstellte. Zunächst fand dieser Gelehrte, dass ausserhalb des hellsten Ringteiles positive, innerhalb negative Polarisation vorhanden war. Die durchschnittliche Grösse des Radius von dem helleren Ringteil wurde zu 14° angegeben; es ist jedoch das Verdienst Riggenbachs, ein Anschwellen desselben zur Zeit des Sonnenuntergangs konstatiert zu haben. Sodann wies Busch darauf hin, dass die Messung der Sonnenabstände des Babinet'schen und des Brewster'schen Punktes vom April bis zum Oktober 1886 im Durchschnitt auch 14° ergeben habe, wobei er besonders betonte, dass sich der Sonnenabstand des ersteren in genau dem gleichen Betrage vermehre wie der Radius des Bischop'schen Ringes. **Pernter** verknüpfte das von Riggenbach angegebene Resultat mit dem Ergebnis von Busch und legte den Gedanken nahe, „dass — da bekanntlich die Umkehr der Polarisationsrichtung an den neutralen Punkten stattfindet — ein unsichtbarer, nur durch das Polariskop erkennbarer Bischop'scher Ring stets vorhanden sei, der nachgewiesen sei durch die neutralen Punkte und hervorgerufen durch den in der Atmosphäre stets mehr oder weniger vorhandenen Dunst". Durch v. **Bezold**, der über diesen Punkt bereits in den 60er Jahren in seinen grundlegenden Untersuchungen über die Abenddämmerung berichtet hatte, durch Riggenbach und durch Busch ist ferner kostatiert worden, dass der Babinet'sche Punkt innerhalb der Röte des Purpurlichtes liegt, und zwar dort, wo dasselbe am deutlichsten sichtbar ist. Im Anschluss daran sei auch noch erwähnt, dass Busch auf Grund langjähriger Erfahrungen zu dem Resultat gekommen ist, dass der Gang der Intensität des Purpurlichtes der Abenddämmerung bis jetzt die Sonnenfleckenperiode befolgte.

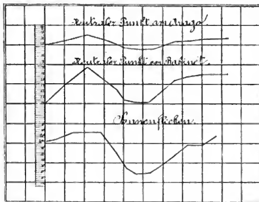


Fig. 5.

Einige Arbeiten von Cornu und von **Piltschikoff** über die durch das Mondlicht bedingte Polarisation bezw. über die spektrale Polarisation des Himmels müssen wir hier übergehen und wir wollen etwas verweilen bei einer hochbedeutenden Arbeit, die im Jahre 1888 von L. **Soret** in den *„Annales de Chimie et de Physique"* veröffentlicht wurde. Soret weist hier zunächst auf die von Brewster, von **Tyndall** und von **Hagenbach** gemachte Beobachtung hin, dass

auch die zwischen dem Beobachter und einem dunklen Hintergrunde im Terrain, etwa einem Bergabhang, liegende Luft Polarisationserscheinungen aufweist. Er geht nun weiter und zeigt, dass die Polarisation einer solchen Luftschicht nicht nur vorhanden ist, wenn sie von den direkten Sonnenstrahlen getroffen wird und demgemäss einmal diffundiertes Licht in das Auge des Beobachters sendet, sondern auch, wenn sie gänzlich im Schatten liegt und somit das bereits einmal vom Himmel diffundierte Licht empfängt und selber also Licht aussendet, welches eine zweite Diffusion erfahren hat. Einen solchen Raum nennt Soret „*masse ombrée*". Er zeigt nun auf's bestimmteste, dass das Maximum der Polarisation auch im „Schattenraum" rechtwinklig zur Richtung der Sonnenstrahlen liegt und dass die Polarisationsebene ebenfalls mit der durch Sonne, Beobachter und beobachteten Punkt gelegten Ebene zusammenfällt. Diese Erkenntnis hat ein helles Licht auf verschiedene Erscheinungen geworfen, welche uns die atmosphärische Polarisation darbietet und wesentlich auch zur festeren Begründung der Theorie der atmosphärischen Polarisation mit beigetragen.

Wie ist denn nun eigentlich die Thatsache zu verstehen, dass das vom blauen Himmel zu uns gelangende Licht im allgemeinen polarisiert ist? Dass die Reflexion und die Brechung eine mehr oder weniger grosse Polarisation des ursprünglich neutralen Lichtes hervorruft, ist ungefähr seit dem Beginn des Jahrhunderts bekannt, und so hat man auch lange versucht, die atmosphärischen Polarisationserscheinungen aus den bekannten Reflexions- bezw. Brechungsgesetzen oder auch aus der Kombination beider Ursachen zu erklären. Natürlich konnte sich bereits Arago nicht mit der Entdeckung der Thatsachen begnügen, sondern suchte nach den Gründen der Erscheinung. Ein Stein des Anstosses war ihm die Thatsache, dass die Polarisationsebene diesseits des von ihm entdeckten neutralen Punktes senkrecht stand zu der jenseits derselben. Nun war es bekannt, dass, wenn ein Lichtstrahl unter einem schiefen Winkel auf eine durchsichtige Substanz — etwa Glas — fiel, die Polarisationsebene des zurückgeworfenen Strahls senkrecht zu der des gebrochenen Strahles stand. Demgemäss wollte Arago die eine Art der Polarisation durch Reflexion, die andere durch Brechung erklären. Aus einer Stelle seiner Schriften muss man allerdings annehmen, dass er nur an Reflexionsvorgänge dachte; die vielfachen Reflexionen an den Luftschichten sollten danach auch die Umkehr der Polarisationsrichtung im neutralen Punkt zustande bringen. Dabei aber dachte er, was ganz besonders hervorgehoben werden muss, nicht an die gewöhnlichen Erscheinungen der Spiegelreflexion, sondern er sagt direkt, dass diese Erscheinungen einen ganz besonderen Charakter an sich trügen. Lassen wir ihn selber reden! Er sagt: „Das blaue Himmelslicht, welches durch die strahlende Molekularreflexion entsteht und nicht durch die Reflexion an Spiegeln oder Schichten, ist teilweise polarisiert." Nach allem, was wir sonst in Arago's Schriften erfahren, können wir nicht umhin, diese Andeutungen nur als eine momentane Eingebung zu betrachten. Wäre aber diese Aeusserung gehörig beachtet worden, so hätte sie vielleicht bedeutend früher zu der Theorie der atmosphärischen Polarisation geführt, die wir nach dem heutigen Stande der Wissenschaft als die allein richtige betrachten müssen.

Es hielten aber die Physiker, welche sich vor den hernach zu besprechenden, grundlegenden Untersuchungen von Tyndall mit der Himmelspolarisation beschäftigten, an diesen Anschauungen fest, und zwar betrachteten die meisten derselben diese Polarisationserscheinungen als eine Folge der Reflexion der

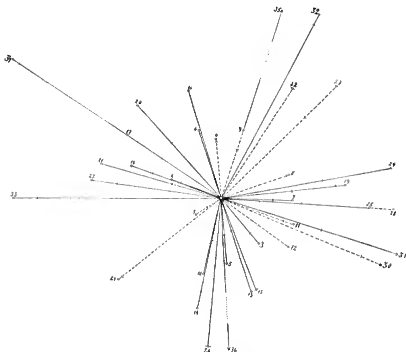
Sonnenstrahlen. So wollte auch Babinet nur etwas von Reflexionsvorgängen wissen. Am klarsten dürfte man seinen Standpunkt verstehen, wenn man ihn die Entstehung des Brewster'schen Punktes erklären hört. Er äussert sich hierüber folgendermassen: „Wenn man zuerst die direkte Wirkung der Sonnenstrahlung auf die unter der Sonne liegenden Luftteilchen in Betracht zieht, so wächst die Polarisation, welche in der Nähe der Sonne gleich 0 ist, allmählich und um so mehr, je weiter die Luftteilchen von der Sonne entfernt liegen und sich dem Horizont nähern. Auch ist klar, dass die Ebene der Polarisation durch das Sonnenvertikal gegeben sein muss. Andererseits erkennt man, wenn man die sekundäre Erleuchtung derselben Luftteilchen durch Reflexion seitens der übrigen Atmosphäre, welche ihnen horizontal polarisiertes Licht zusendet, in Betracht zieht, dass die horizontale Polarisation überwiegen muss in der Nachbarschaft der Sonne, wo sie nicht neutralisiert wird durch die vertikale Polarisation, welche die Sonne an den hinreichend weit entfernten, unter ihr liegenden Punkten hervorruft. Noch tiefer, wo die vertikale, von der direkten Sonnenwirkung herrührende Polarisation stärker geworden ist, neutralisiert sie den Reflex der Atmosphäre, und man hat einen neutralen Punkt. Endlich wird die nach dem Horizont zu wachsende vertikale Polarisation der horizontalen überlegen. Also wird man unmittelbar unterhalb der Sonne eine horizontale Polarisation haben, dann folgt ein neutraler Punkt und darauf eine vertikale Polarisation. Wenn die Helligkeit der Sonne geschwächt ist durch eine Lage von Wolken, welche genügend durchsichtig und nicht sehr hoch sind, wird man in der Nachbarschaft der Sonne durch das Auftreten dieser horizontalen Polarisation überrascht, welche vom Reflex der Atmosphäre herrührt.“ So weit Babinet. Es ist selbstverständlich, dass diese für den Brewster'schen Punkt erworbene Vorstellungsweise mit Anwendung geringfügiger Modifikationen auch auf die übrigen neutralen Punkte angewandt werden könnte. Da diese Theorie nur mit Reflexionsvorgängen rechnete und durchaus gar keine Rücksicht nahm auf das durch Brechung polarisierte Licht, so wollte Brewster von derselben gar nichts wissen. Er machte dagegen geltend, dass erstmal eine sekundäre Reflexion nicht erwiesen sei, und dass dieselbe, wenn sie auch am Tage vorhanden sein sollte, doch am Schluss der Dämmerung schwächer und schwächer bis zum Verschwinden werden müsse. Dieses müsse sich aber notwendigerweise darin äussern, dass der Arago'sche Punkt zum antisolaren Punkt zurückkehre, d. h. zu demjenigen Ort, den er bei allein vorhandener direkter Reflexion einnehmen müsse. Des weiteren, so argumentierte Brewster, müsse auf Grund der Babinetschen Hypothese Hand in Hand mit einer Aenderung der Bewölkungsverhältnisse eine Lagenänderung der neutralen Punkte gehen, was im Widerspruch mit seinen Beobachtungen stände. Gewisse Experimente, über die er im Jahre 1863 im „*Philosophical Magazine*“ berichtete und bei denen er künstlich durch Kompensation von Strahlen, welche durch Reflexion und durch Brechung gleich stark polarisiert waren, neutrale Punke hervorgerufen hatte, bestärkten ihn in seiner Auffassungsweise, dass sowohl die gewöhnliche Brechung als auch die gewöhnliche Reflexion die Erscheinungen der atmosphärischen Polarisation hervorriefen.

(Fortsetzung folgt.)



Die Entfernungen der nächsten Fixsterne von der Sonne.

Nur bei verhältnismässig wenigen Sternen ist es den Astronomen gelungen, durch Messung ihre ungefähren Entfernungen festzustellen. In vielen Fällen, selbst bei vielen Sternen erster Grösse, wie Canopus, Rigel, Spica, Deneb, haben die sorgfältigsten Beobachtungen nicht die geringste Aenderung des Sternortes am Himmel verraten, während die Erde ihre Bahn um die Sonne, einen Kreis von 300 Millionen Kilometer Durchmesser, durchlief. Und doch ist es von höchster Wichtigkeit für die Erforschung des Sternsystems zu wissen, wie die Sterne im Raume verteilt sind. Kaum von drei Dutzend der nächsten Sterne lässt sich etwas sicheres über diese Verteilung sagen, die in der beifolgenden Figur veranschaulicht werden soll.



Die Entfernungen der nächsten Fixsterne von der Sonne.

Als Massstab wurde, wie das vielfach üblich ist, eine „Siriusweite" angenommen, die Entfernung des hellsten Fixsterns von der Sonne. Es ist dies eine durch die Bemühungen des Direktors der Capsternwarte David Gill sehr zuverlässig bestimmte Grösse. Da für die wahre Länge dieser Linie, 83 Billionen Kilometer, jede Vorstellung fehlt, so drückt man die Entfernungen auch durch die Zeit aus, welche das Licht braucht, um von den Sternen zu uns zu gelangen; so findet man eine Siriusweite gleichwertig mit 8,6 Lichtjahren. In der Figur

wurde 1 Siriusweite gleich 20 Millimeter genommen*). Um ein Bild der räumlichen Anordnung zu bekommen, muss sich der Leser die Sterne ausserhalb der Papierfläche, teils über, teils unter dieser stehend denken. Auf jeder von dem Centrum der Figur ausgehenden Abstandslinie ist durch einen kleinen Querstrich die Stelle angezeigt, ober- oder unterhalb welcher der betreffende Stern eigentlich stehen würde. Die ersteren Sterne sind nördliche, die anderen südliche; die letzteren sind in der Figur durch gestrichelte Abstandslinien besonders gekennzeichnet. Steht der Querstrich nicht weit vom Sternpunkt, so befindet sich der Stern nahe der Aequatorebene, in der Figur also nahe der Papierfläche. Die Höhe oder Tiefe der Sternpunkte über oder unter den Querstrichen ist in der folgenden Tabelle in Millimetern angegeben. Es würde dem sich hierfür interessierenden Leser nicht schwer sein, mittels Stecknadeln von entsprechender Länge, die auf den Querstrichen dieser Figur aufgesetzt werden, das räumliche Bild der Sternverteilung jeder Halbkugel zu gewinnen. Dabei würden Nachbarsterne sich bequem herausfinden lassen, wofür als Beispiele die Gruppen der Sterne 3, 5, 10, oder 4 und 6, ferner 19 und 25, auch 11 und 12 genannt sein mögen. Dagegen stehen die auf dem Papiere scheinbar benachbarten Sterne 28 und 29, oder 30 und 31, in Wirklichkeit sehr weit auseinander.

In der folgenden Tabelle sind die Sterne in der Reihenfolge ihrer Entfernungen aufgeführt, wobei letztere in Siriusweiten (Sir.) und in Lichtjahren (L. J.) ausgedrückt sind. Die scheinbaren Orte der Sterne am Himmel sind abgekürzt auf ganze Grade in Rectascension (AR.) und Deklination (D.) angegeben. P.A. bedeutet den Papierabstand des betreffenden Sternpunktes; bei nördlicher Deklination sollte der Punkt oberhalb, bei südlicher unterhalb der Papierfläche stehen.

			Ort		Entfernung		P.A.
No.	Stern	Grösse	AR.	D.	Sir.	L. J.	mm
1	α Centauri	0,7	218°	— 60°	0,5	4,3	— 9
2	— gr. Bär	6,8	164	+ 37	0,9	7,2	+11
3	61 Schwan	6,5	315	+ 38	1,0	8,1	+12
4	Sirius	—	100	— 17	1,0	8,6	— 6
5	— Drache	8,2	280	+ 59	1,1	9,3	+19
6	Procyon	0,6	113	+ 5	1,2	10,2	+ 2
7	— Androm.	7,9	3	+ 43	1,2	10,5	+17
8	τ Walfisch	3,6	24	— 17	1,2	10,5	— 7
9	— Taube	8,5	77	— 45	1,2	10,5	—17
10	ν Drache	4,5	262	+ 55	1,3	10,9	+21
11	— Südl. Fisch	7,5	345	— 36	1,3	11,6	—16
12	ε Indianer	5,2	329	— 57	1,4	12,0	—24
13	δ Drache	4,7	293	+ 69	1,6	13,6	+30
14	— gr. Bär	8,5	165	+ 44	1,6	14,2	+23
15	Atair	1,0	296	+ 9	1,6	14,2	+ 5
16	Castor	1,5	112	+ 32	1,9	16,7	+20
17	— gr. Bär	6,5	151	+ 50	1,9	16,7	+29
18	— Drache	9	263	+ 68	1,9	16,7	+35
19	η Cassiop.	3,6	11	+ 57	2,1	18,2	+35
20	— gr. Bär	8	137	+ 53	2,1	18,2	+34

*) Bis No. 34 der Liste sind auch in der Figur die Abstände der Sterne im richtigen Verhaltnis wiedergegeben; z. B. ist No. 34 selbst 20 × 4,2 = 84 mm lang. Da die Abstände von No. 35 und 36 jedoch 20 × 4,7 = 94 mm betragen müssten, so sind sie abgekürzt, um die Figur nicht zu gross werden zu lassen. Die Abkürzung ist durch Punkte und einen Pfeil in der Figur angedeutet.

No.	Stern	Grösse	Ort AR.	Ort D.	Entfernung Sir.	Entfernung L. J.	P. A. mm
21	— gr. Bär	9	169° +	66°	2,1	18,2	+38
22	o² Eridanus . . .	4,5	62 —	8	2,2	19,2	— 6
23	— gr. Bär	6,5	177 +	38	2,2	19,2	+28
24	— Hydra	6,1	223 —	21	2,2	19,2	—16
25	β Cassiop.	2,4	1 +	58	2,5	21,7	+43
26	p Ophiuchus . . .	4,1	270 +	2	2,5	21,7	+ 2
27	e Eridanus	4,4	49 —	43	2,7	23,3	—38
28	β Hydrus	2,9	1 —	77	2,9	25,1	—57
29	μ Cassiop.	5,2	15 +	54	2,9	25,1	+48
30	Fomalhaut	1,3	342 —	30	2,9	25,1	—29
31	— Cepheus . . .	5,5	347 +	57	3,1	27,0	+57
32	Aldebaran	1,0	67 +	16	3,5	29,7	+20
33	β Haar d. Ber. . .	4,0	185 +	28	3,5	29,7	+32
34	Regulus	1,4	151 +	12	4,2	36,0	+18
35	Capella	0,3	77 +	46	4,7	40,8	+68
36	Wega	0,2	278 +	39	4,7	40,8	+59

Wie man aus dieser Zusammenstellung sieht, sind es vorwiegend schwächere Sterne, die zur Nachbarschaft unserer Sonne gehören. Unter den genannten 36 Sternen haben wir nur zehn, die heller als zweiter Grösse sind; mehrere derselben stehen noch dazu am Ende der Liste. Aber fast alle diese näheren Sterne zeichnen sich durch beträchtliche Eigenbewegungen aus; die Sterne mit den raschesten scheinbaren Bewegungen, bezogen auf den Zeitraum eines Jahres, nebst den daraus abgeleiteten wahren Geschwindigkeiten pro Sekunde sind:

No.	Bew.	Geschw.	No.	Bew.	Geschw.
9	8,71"	130 km	14	4,40"	90 km
23	7,05	200 „	22	4,05	110 „
11	6,97	120 „	29	3,73	130 „
3	5,17	60 „	1	3,62	25 „
2	4,75	50 „	21	3,05	80 „
12	4,60	80 „	5	2,30	30 „

Ein Beispiel eines hellen Sterns mit grosser Bewegung, der sehr weit entfernt ist, bietet der Arktur. Nach Elkins Messungen würde der Abstand dieses Gestirns von der Sonne im Massstabe der Figur 32 cm betragen, entsprechend 16 Siriusweiten oder 135 Lichtjahren. Der jährlichen Eigenbewegung von 2,28" entsprechend würde die Geschwindigkeit in der Sekunde sich auf 450 km stellen. Die Oberfläche des Arktur müsste zehntausendmal mehr Licht ausstrahlen als die der Sonne und, da die physikalischen Zustände auf beiden Weltkörpern nach Ausweis des Spektroskopes die gleichen sind, zehntausendmal so gross sein als die Sonnenoberfläche. Selbst wenn der Arktur nur halb so weit entfernt wäre, wie die Messungen andeuten, würde er noch ein Riesenball von vieltausendfacher Sonnengrösse bleiben, dem gegenüber die ganze Nachbarschaft der Sonne, wie sie in der obigen Liste verzeichnet ist, nichts als ein Häuflein winziger Sternchen darstellen würde . . . Alle Grössen im Weltraume sind eben nur relative Grössen!

A. Berberich.



Kleine Mitteilungen.

Die totale Mondfinsternis am Freitag, den 17. Oktober 1902, ist nur teilweise in Berlin sichtbar. Die Grösse der Verfinsterung beträgt in Teilen des Monddurchmessers 1,46; der
Positionswinkel des Eintritts vom Nordpunkt gezählt ist 86°,
Positionswinkel des Austritts vom Nordpunkt gezählt ist 241°.

Da der Mond in Berlin bereits um $6^h 38^m$ M. E. Z. untergeht, so wird nur der erste Teil der Verfinsterungen sichtbar sein, wie aus den folgenden Verfinsterungszeiten hervorgeht:

Anfang der Finsternis überhaupt Oktober 17.	$5^h 17^m$	mittl. Europ. Zt.
Anfang der totalen Verfinsterung	$6^h 18^m$	- - -
Mitte der Finsternis	$7^h 3^m$	- - -
Ende der totalen Verfinsterung	$7^h 48^m$	- - -
Ende der Finsternis überhaupt	$8^h 50^m$	- - -

Wer also das erste Eintauchen des Mondes in den Erdschatten beobachten will, muss schon sehr frühzeitig seinen Beobachtungsposten beziehen, da ja die Finsternis überhaupt um $5^h 17^m$ beginnt. Da der Verlauf der Finsternis sich bei tiefem Stande des Mondes abspielen wird, und zwar am Westhimmel, so wird voraussichtlich wieder der verfinsterte Mond stark rot-kupferne Färbung zeigen. (Vergl. „Weltall", Jg. 2, S. 177 und 194.) Das Ende der Mondfinsternis wird erst um $8^h 50^m$ eintreten, wenn der Mond schon tief unter dem Horizont steht, da er ja um $6^h 38^m$ bereits untergeht. Der Mond steht bei Beginn der totalen Finsternis im Zenit von Costarica, die Finsternis ist sichtbar im westlichen Europa und Afrika, im atlantischen Ozean, in Amerika, im grossen Ozean, an der Ostspitze Australiens und dem äussersten Nordosten Asiens. F. S. Archenhold.

* * *

Zur 100. Wiederkehr des Todestages Georg Freiherrn von Vega dürfte es wohl angebracht sein, einige Daten aus dem Leben dieses merkwürdigen Mannes in Erinnerung zu bringen.

Georg Vega wurde am 23. März 1754 zu Zagorica in Krain geboren. Er war der Sohn armer slowenischer Bauersleute, die das Opfer eigener Entbehrung brachten, um ihren begabten Sohn nach Laibach zuerst auf die Trivialschule und später auf das Gymnasium zu schicken. Im Alter von 21 Jahren, 1775, erhielt Vega auch bereits als Navigations-Ingenieur in Nieder-Oesterreich eine Anstellung. Um weiter zu kommen, wurde Vega Artillerist und rückte sehr bald zum Hauptmann und Professor im österreichischen Bombardier-Korps auf. Im Jahre 1782 erschien sein Erstlingswerk „Vorlesungen über die Mathematik", ein Buch, welches viele Auflagen erleben sollte. Charakteristisch für die wissenschaftlichen Neigungen Vega's ist der Umstand, dass er inmitten des Kriegslärmes im Jahre 1789 den Zusatz zum dritten Teil der „Mathematischen Vorlesungen" verfasste und dass er sein wichtigstes Lebenswerk während des Kriegsjahres 1793, nämlich das „Siebenstellige logarithmisch-trigonometrische Handbuch", im Felde vollendete. Dieses Werk hat bereits gegen 70 Auflagen erlebt und ist in die meisten modernsten Sprachen übersetzt worden. Vega veröffentlichte in den Erfurter Akademieschriften *„Nova Acta Academiae Moguntinae"* Bd. 1, im Jahre 1799 eine Abhandlung „Mathematische Betrachtungen über eine sich um eine unbewegliche Achse gleichförmig drehende feste Kugel und die Folgen dieser Voraussetzung für Astronomie, Geographie und Mechanik, in Beziehung auf unser Erdsphäroïd", nachdem er schon Ende 1790 zum Mitglied der „Mathematisch-physikalischen Gesellschaft zu Erfurt" erwählt war. Weniger bekannt ist eine Abhandlung Vega's *„De supputatione massarum corporum coelestium"*, die er noch kurz vor seinem Tode in den Wiener Schriften veröffentlichte und welche von Professor Wurm in „Zach's monatlicher Korrespondenz, Bd. 5, S. 546" unter „Versuch einer genaueren Bestimmung der Massen der Planeten, in Verbindung mit ihren Umlaufszeiten und mittleren Entfernungen" eingehend besprochen und ergänzt wurde.

Am 22. August 1800 wurde Vega in den Freiherrnstand erhoben und schon 2 Jahre später, am 26. September 1802, ereilte ihn das tragische Geschick, in der Donau seinen Tod zu finden. Erst 30 Jahre später stellte sich heraus, dass er wegen seiner Barschaft von einem Müller ermordet und in die Donau geworfen war. Da man zuerst mit Unrecht Selbstmord vermutet hatte, finden sich nur wenige Notizen über den Tod Vega's in den damaligen Zeitschriften. Schreiber dieser Zeilen sind nur 2 Biographien bekannt geworden: O. Terquem, „Ueber Vega's Tod" in Grunert's Archiv für Mathematik und Physik, 1855, und Fridolin Kaučič: „Biographie Vega's" im „Organ der österreichischen militärwissenschaftlichen Vereine, 1887". Erst in neuerer Zeit sind die Vega'schen

siebenstelligen Logarithmentafeln durch sechs- und fünfstellige in ihrem Gebrauch eingeschränkt worden, jedoch bilden sie auch heute noch für die genauesten Rechnungen ein unentbehrliches Hilfsmittel.

F. S. Archenhold.

* * *

Zur Auffindung des neuen Kometen 1902 b teilen wir weiter mit, dass derselbe voraussichtlich während des ganzen Monats Oktober mit unbewaffnetem Auge sichtbar sein wird. Seine Bahn wird man mit jedem Opernglas bequem verfolgen können. Beifolgende Skizze wird die Auffindung erleichtern:

Lauf des Kometen 1902 b.

✸ Wega = α Lyrae

β Ophiuchi

10. Oct. ⊙ — 15. Oct. ⊙ — 20. Oct. ⊙ ✸ 25. Oct. ⊙ — 30. Oct. ⊙ — 5. Nov. ⊙ — 10. Nov. ⊙ — 15. Nov. ⊙ — 20. Nov. ⊙ — 25. Nov. ⊙ ✸ 30. Nov. ⊙ ⋯→

β Skorpii = Akrab

✸ β ~~Lyrae~~ Cygni

Der Komet läuft zwischen α ~~und β~~ Lyrae und β Cygni am 11. October hindurch, steht etwas näher zu β Lyrae und wird am 22. October unmittelbar unter β Ophiuchi stehen. Er läuft dann auf β Skorpii zu, genannt Akrab, den er am 27. November erreicht haben wird. Vom 17. October bis zum 23. November hält er sich im Sternbilde des Ophiuchus auf, ohne in die Nähe hellerer Sterne zu kommen. Die Deklination nimmt immer mehr ab und wird am 26. October bereits negativ, d. h. der Komet passiert an diesem Tage den Aequator und rückt vom nördlichen Sternhimmel an den südlichen. Für die Besitzer kleiner Fernrohre teile ich noch die genaue Position des Kometen nach der Ephemeride von Nijland mit. Hiernach kann man auch mit Leichtigkeit für jeden Abend die Stellung des Kometen in eine Sternkarte eintragen.

1902	Rectascension	Deklination	Helligkeit	1902	Rectascension	Deklination	Helligkeit
Oct. 10.	$19^{h}\ 17^{m}\ 29^{s}$	+ 34° 49′,7	18,2	Oct. 25.	$17^{h}\ 35^{m}\ 11^{s}$	+ 0° 52′,1	
11.	3 35	31 20,1		26.	32 7	— 0 17,2	9,6
t2.	18 51 31	27 58,9		97.	29 12	1 22,0	
13.	41 1	24 48,3		28.	26 25	2 22,6	
14.	31 47	21 49,9	15,8	29.	23 44	3 19,4	
15.	23 37	19 4,0		30.	21 10	4 12,9	8,9
16.	16 24	16 30,5		Oct. 31.	18 39	5 3,5	
17.	9 55	14 9,1		Nov. 1.	16 13	5 51,3	
18.	18 4 7	11 58,9	13,0	5.	17^{h} 6 44	8 40,4	8,8
19.	17 58 52	9 59,1		10.	16 54 41	11 36,6	9,5
20.	54 6	8 8,9		15.	41 19	14 10,1	10,5
2t.	49 43	6 27,3		20	25 55	16 32,3	11,4
22.	45 41	4 53,6	10,9	25.	16 8 53	18 49,4	11,0
23.	41 56	3 26,9		30.	15 51 39	— 21 3,2	9,3
24.	17 38 26	+ 2 6,7					

Am 30. November wird der Komet bereits so tief am Himmel stehen wie Jupiter, also nur kurze Zeit sichtbar sein. Die berechnete Helligkeit trifft nicht immer mit der wirklichen überein. Hier ist die vom 6. September, etwa 7,5. Grösse, als Einheit zu Grunde gelegt. Wenn der Komet in Sonnennähe kommt, so sind jedoch Ueberraschungen in dieser Beziehung nicht ausgeschlossen; ja zumeist treten sie auf. Sie bestehen in Lichtausbrüchen, also in Hellerwerden, oder auch in Auflösungsprozessen des Kometen.

F. S. Archenhold.

* * *

Druckfestigkeit einiger Stahlsorten. Herr E. Tornow in Frankfurt a. M., Ehrenmitglied unseres „Vereins von Freunden der Treptow-Sternwarte“, veröffentlicht in „Dingler's polytechnischem Journal“ eine interessante Versuchsreihe, um das gegen Druck widerstandsfähigste Material zu ermitteln. Er wollte pulverförmige Substanzen zu soliden Stücken zusammendrücken und bedurfte zu diesem Zwecke widerstandsfähiger Hohlcylinder und Bolzen. Aus einer Reihe von besten Stahlsorten des Handels liess Herr Tornow mehrere cylinderförmige Stücke 50 mm lang bei 15 mm Durchmesser, deren Enden mit 25 mm Radius abgerundet wurden, herstellen und vermittelst Hydropresse in ihrer Längsrichtung zusammendrücken.

Als bei weitem am zweckmässigsten ergab sich die sogen. Glashärte, d. h. diejenige Härte, welche der Stahl annimmt. wenn er rotglühend in etwa 20° warmem Wasser abgelöscht wird und als widerstandsfähigste Sorte der „Extra best special Drehstahl“ von Jonas und Colver in Sheffield.

Demnächst empfehlenswert ist Marke „Zäh“ von Gebr. Böhler und Co. A.-G., bleibt aber um etwa 9% hinter dem besten zurück. Dörrenberg's Schnelllaufstahl hielt noch etwas stärkeren Druck aus als Böhler's Zäh, zeigte sich aber unbrauchbar wegen steter Verkrümmung und häufigem Reissen.

Gewöhnlich wurde die Druckfestigkeit notiert, nachdem die letzten 2 bis 3 Pumpenstösse den Wasserdruck der Presse nicht mehr steigern konnten. Viele der spröderen Stahle zerkrachten schon

vorher, der beste hielt 44000 at und etwas darüber aus, ehe er in Stücke ging und nachdem er etwa 4% seiner Länge (bleibend) zusammengedrückt war.

Unterlagsplatten von 80 mm Durchmesser und 35 mm Dicke mussten aus demselben besten Stahl gemacht werden, da in die zuerst verwendeten glasharten Fräserscheiben aus Böhler's „Extra zähhart" sich die 15 mm starken Enden bis 5 mm tief eindrückten.

Herr Tornow musste diese Versuche unternehmen, weil es ihm nicht möglich war, in der Litteratur einschlägige Angaben zu finden, die Physikalische Reichsanstalt in Charlottenburg kannte deren auch nicht.

* * *

Eine Untersuchung über die physikalischen Eigenschaften gezogenen Stahls teilt Herr Ashworth in den Proceedings of the Royal Society 1902, vol. 70, pag. 27 bis 30, im Auszuge mit. Die Beobachtungen wurden vornehmlich an stählernen Klaviersaiten ausgeführt, bei denen man am leichtesten die verschiedenartigsten Dimensionsverhältnisse von Durchmesser und Stahlänge für die Untersuchung herstellen kann. Von solchen Drähten wurde die äussere magnetische Kraft und der Temperaturcoeffizient für das magnetische Verhalten in den verschiedenen Härtezuständen gemessen. Der Temperaturfaktor ist bei ausgeglühten Drähten sehr gross, bei glasharten sehr klein, in beiden Fällen aber nimmt er ab. Wächst das Verhältnis der Dimensionen, so zeigt sich im gezogenen Zustande ein Uebergehen vom ab- zum zunehmenden Temperaturcoeffizienten. An zwölf Klavierstahlproben wurde nun gezeigt, dass das Ziehen für die Aenderung des Faktors massgebend ist. Die Dimensionsverhältnisse der Stahlproben zeigten das 50- bis 100fache Verhältnis zwischen Länge und Durchmesser. Dabei ergab sich, dass die Intensität des Magnetismus mit dem Grade des Ziehens stetig wächst, und es liessen sich keine Anzeichen wahrnehmen, dass die Intensität abnehme; selbst im höchsten Grade des Ziehens, wo sie etwa dreimal so gross ist wie beim ersten Ziehen, blieb dieses Verhalten bestehen. Der Temperaturfaktor dagegen sank beim äussersten Grade des Ziehens auf Null ab, nachdem er zuvor ein Maximum erreicht hatte. In den ersten Stadien des Ziehens ändert übrigens der Temperaturfaktor sein Vorzeichen und nimmt dann zu. Die weiteren Beobachtungen zeigten, dass der Temperaturcoeffizient der Magnetisierbarkeit im allgemeinen folgt und bei der höchsten Intensität am kleinsten war, dabei aber stets positiv blieb. Beim Entmagnetisieren ergab sich eine langsame Zunahme und dann ein Fall auf Null bei einer sehr niedrigen Restintensität.

Bei Gelegenheit dieser Untersuchungen wurden auch einige mechanische Eigenschaften der Drähte festgestellt. Die mitgeteilten Thatsachen sind etwa diese: Beim Ziehen bis zu einem bestimmten Grade nahm die Widerstandsfähigkeit des Stahles ab, wuchs aber in den letzten Stadien des Ziehens sehr rasch hoch an. Das Härten zeigte einen steigernden Einfluss auf die Widerstandsfähigkeit. Auf Material hoher Widerstandsfähigkeit hatte die Temperatur weniger Einwirkung als auf solches minderer. Das Ziehen selbst spielt in der Aenderung des Temperaturcoeffizienten für die mechanische Widerstandsfähigkeit des Stahles keine grosse Rolle. Grossen Einfluss erwies dagegen das Ziehen auf die Dichte des Stahles. Dieselbe nahm bis in die äussersten Grade des Ziehens sehr stark zu; sie zeigte auch einen sehr innigen Zusammenhang mit der magnetischen Intensität, welcher einen gleichmässig fortschreitenden Charakter der beiden Grössen hatte. Elasticitätsmodulus und magnetische Intensität scheinen direkt von der Dichte abhängig zu sein.

Linke.

* * *

Astronomische Vortragscyclen von F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte, werden in diesem Winter gehalten:

1. in der Humboldt-Akademie, Lehrstätte NW., Dorotheenstädtisches Gymnasium, Georgenstrasse 30/31, „Weltanschauung und Himmelskunde", der Wandel des Weltbildes unter dem Einfluss der Himmelsbeobachtung. 10 Stunden, Dienstags 7—8 Uhr abends, Beginn 14. Oktober.

2. „Einführung in die Astronomie", ebendort, Dienstags 8—9 Uhr abends, Beginn 14. Oktober. Die Hörerkarten zu 1. und 2. sind in den Bureaus der Humboldt-Akademie: NW., Dorotheenstrasse 75, W., Potsdamerstrasse 116a, S., Prinzenstrasse 54 und NO., Landsbergerstrasse 32 zu lösen;

3. in der Zweigstätte Charlottenburg, Städtische höhere Mädchenschule, Rosinenstrasse 12. „Astronomie". 5 Doppelstunden, Freitags 6—7½ Uhr abends. Beginn 24. Oktober. Hörerkarten sind in Charlottenburg, Berlinerstrasse 76 und Kantstrasse 14, zu lösen;

4. in der Freien Hochschule im Vortragssaal der Treptow-Sternwarte, „Der gestirnte Himmel". 5 Doppelstunden, Sonntags von 11—½1 Uhr mittags, Beginn 19. Oktober. Hörerkarten sind in den Buchhandlungen Friedrichstrasse 66, Potsdamerstrasse 113, Königstrasse 41 und Mohrenstrasse 9 zu lösen. — Zu allen Vorlesungen haben Damen und Herren Zutritt. —

Für die Schriftleitung verantwortlich: F. S. Archenhold, Treptow-Berlin; für den Inseratenteil: C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin W.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

Beilage zur illustrierten Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete
„DAS WELTALL“ Jahrgang 3, Heft 3.

Astronomisches Museum der Treptow-Sternwarte. Nach einem alten Stich von S. Le Clerc.



Ludwig XIV.
besucht die Pariser Sternwarte am 1. Mai 1682.

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

3. Jahrgang 3. Heft. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte. 1902 November 1.

Verlag von C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin.

Diese Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. — Abonnementspreis vierteljährlich Mark 2.— (Ausland Mark 2.50), einzelne Nummer 50 Pfg. franko durch den Verlag, Berlin W. 35, Schöneberger Ufer 43, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungspreisliste 11. Nachtrag 7814 a).

INHALT.

Die Kathodenstrahlen.

Von Dr. M. Wilhelm Meyer.*)

Lässt man den elektrischen Funken, etwa aus einem Ruhmkorff'schen Induktor, durch eine Glasröhre schlagen, in welcher man die Luft verdünnen kann, so nimmt der Funke verschiedene Gestalten und Eigenschaften, je nach dem Grade der Luftverdünnung, an. Die Luft ist ein schlechter Elektrizitäts-Leiter. Erst nachdem die Spannung an den Elektroden, so nennt man die beiden Enden der Leitung, zwischen denen die Elektrizität überspringt, eine gewisse Grösse erlangt hat, vermag sie den Widerstand der freien Luft zu überwinden und es springt dann der Funke über, indem er Teile des Elektrodenmaterials mitreisst, so dass das Spektrum des betreffenden Metalles in dem Lichte des Funkens erscheint. Entfernt man nun aber in jener sogenannten Geissler'schen Röhre mehr und mehr dieses Hindernis der Luft, so erfolgt der Austausch der Elektrizitäten mit immer grösserer Leichtigkeit, wenigstens bis zu einem bestimmten Grade der Verdünnung. Statt der Funkenentladung tritt stufenweise die Glimmentladung auf, ein ungemein reizvoller Anblick, der vielfach zu elektrischen Lichtspielen verwendet worden ist. Bei beginnender Luftverdünnung wird der Funken allmählich unscheinbarer; es bildet sich um die Funkenbahn ein Lichtschein und schliesslich hört der Funke ganz auf. Der Lichtschein breitet sich, von der positiven Elektrode, der Anode, beginnend nach und nach über die ganze Röhre aus, ihren etwaigen Krümmungen folgend bis in die Nähe der andern Elektrode oder Kathode, ohne diese jedoch völlig zu erreichen. Dieses Glimmlicht ist farbig und geschichtet. Verfolgt man die Erscheinung im Spektroskop, so sieht man, dass hier zwei ganz verschiedene Spektren allmählich ineinander übergehen. Das erste besteht aus hellen Linien, die man früher für die der Metalldämpfe der Elektroden hielt, später aber als Linienspektren der Luftgase erkannte. So sieht auch das Spektrum des gewöhn-

*) Der vorliegende Aufsatz bildet einen Teil eines demnächst im Verlage des Bibliographischen Instituts (Meyer) in Leipzig erscheinenden Werkes des Verfassers, das unter dem Titel „Die Naturkräfte" das Gesamtgebiet der Physik und Chemie behandelt.

lichen elektrischen Funkens aus. Dieses geht bei geringeren Drucken mehr und mehr in das sogenannte sekundäre Luftspektrum mit breiten leuchtenden Banden über.

Die Kathode scheint an diesen Entladungsvorgängen zunächst ganz unbeteiligt zu sein. Sie wird von einer dünnen, leuchtenden Schicht umgeben, der eine dunklere, der sogenannte dunkle Kathodenraum, folgt; ihn wieder umhüllt eine wolkige Lichtmasse, die zu der positiven, geschichteten Entladung keine Beziehungen zu haben scheint. Das positive und das negative Licht haben verschiedene Farben. Bei Luft ist das erstere rötlich, das letztere bläulich.

So stellen sich die Erscheinungen in einer Geisslerröhre dar, wenn der Druck in ihrem Innern, gemessen durch einen Quecksilberbarometer, noch etwa 5—1 mm beträgt, wenn also die in der Röhre enthaltene Luftmenge gegen die uns umgebende und einen gleichen Raum einnehmende sich wie 5—1 gegen 760 verhält. Soweit waren die Erscheinungen schon seit längerer Zeit bekannt. Man sah daraus, dass die Ueberführung der Elektrizität auf dem unterbrochenen Leitungswege in der Funkenstrecke, bei entsprechender Verdünnung des Gases nicht mehr von den metallischen, von der Elektrode losgerissenen Teilchen, sondern von jenen Gasen selbst übernommen wird. Wir haben uns vorzustellen, dass Moleküle des Gases ebenso zwischen den Elektroden hin und wieder zurückfliegen, wie etwa die Hollundermarkkügelchen bei dem bekannten elektrischen Tanz. Auf ihrem Wege begegnen sich viele dieser Teilchen aus entgegengesetzten Richtungen; ihr Anprall versetzt sie in Wärmeschwingungen, daher die Erscheinung des Glimmlichtes.

Wir wollen uns nun den Entladungserscheinungen auf der anderen Seite, der Kathode, zuwenden. Wir erkennen dann sehr bald, dass das hier auftretende Glimmlicht offenbar von ganz anderer Art ist, als das von der Anode ausgehende. Es ist nicht geschichtet und folgt nicht den Krümmungen der Röhre; es ist also nicht notwendig gegen die Anode hingerichtet, und wenn man einen Gegenstand vor dasselbe hält, so geht es nicht um ihn herum, wie das Anodenlicht, sondern wird von diesem überhaupt aufgehalten. Es ist eine Strahlungserscheinung.

Nun aber gehen sehr wesentliche Formänderungen in der Röhre vor sich, wenn man die Verdünnung des Gases noch weiter steigert, was erst in neuerer Zeit, namentlich durch die Erfindung der Quecksilberluftpumpe bis zu fast völliger Entleerung oder doch dem ganz verschwindenden Druck von etwa 0,00001 mm gelingt. Das Anodenlicht weicht mehr und mehr zurück, das Kathodenlicht dagegen dehnt sich aus, wenn auch nicht in gleichem Masse, sodass der dunkle Zwischenraum, der beide Lichter trennte, grösser wird. Endlich verschwindet das Anodenlicht ganz und es werden die eigentlichen Kathodenstrahlen erkennbar. Sie sind an sich nicht sehr intensiv, besitzen aber offenbar eine viel grössere Energie, als es ihr Leuchten allein voraussetzen lassen würde; denn wir sehen zum Beispiel, wie die Stelle der Röhrenwand, die der Kathode gegenüber liegt, die sogenannte Antikathode, in lebhaft grün fluorescierendem Lichte strahlt, als würde sie von einem hellen grünen Lichte beschienen, dessen Energie-Quelle nur die Kathode sein kann. Diese aber leuchtet nur sehr schwach. Wir haben es hier also schon mit wenigstens teilweise unsichtbaren Strahlen zu thun, die zuerst bereits 1869 von Hittorf beschrieben und deren Kenntnis seit 1876 von Goldstein wesentlich erweitert wurden, ohne in ihrer Bedeutung damals in weiteren Kreisen gewürdigt worden zu sein, während sie dann erst viel später von Crookes wieder beschrieben und dadurch allgemein bekannt geworden sind.

Die Kathodenstrahlen kümmern sich nicht um die Lage der Anode; sie gehen ganz geradlinig weiter, sodass also bei gebogenen Röhren die Antikathode eine von der Anode ganz verschiedene Lage haben kann. Stellt man einen Gegenstand in den Weg jener Strahlen, so wirft er einen scharfen Schatten, der sich von dem grün leuchtenden Hintergrunde der Antikathode abhebt. Lässt man die Kathodenstrahlen auf ein leichtes Rädchen in der fast völlig leeren Röhre fallen, das in der Art, wie die Lichtmühlen, Radiometer, gebaut ist, so dreht sich dasselbe, als ob es von einem Strom von Materie getroffen würde, der von der Kathode ausgeht. In umgekehrter Richtung dreht sich ein solches Rädchen, wenn man seine Speichen so einrichtet, dass sie selbst von der einen Seite diese Strahlen aussenden. Sie üben dann Gegendruck. Da wir es hier also mit Stosswirkungen zu thun haben, müssen sie auch von Wärmeerscheinungen begleitet sein. In der That, geben wir der Kathode die Form eines Hohlspiegels, so bilden die austretenden Strahlen einen Brennpunkt, in welchem beispielsweise ein dünnes Platinblech in lebhaftes Glühen gerät. Einen ganz herrlichen Anblick gewähren manche Stoffe, namentlich Kristalle, wie der Rubin, wenn sie in diese Strahlen gebracht werden. Sie leuchten dann auf, wie von einem intensiven Lichte getroffen, oder als ob sie selbst leuchtend würden. Einige dieser Stoffe leuchten dann in einem Lichte, das ihr äusseres Ansehen nicht vermuten lässt, wie ja auch das gewöhnliche farblose Glas grün erstrahlt. Diese Phosphorescenzerscheinungen sind in jüngster Zeit (1900) von Goldstein weiteren Untersuchungen unterworfen, wobei, wie fast jedesmal, wenn man in dieses Gebiet der unsichtbaren Strahlen tiefer eindringt, wieder die merkwürdigsten Thatsachen zu Tage gefördert wurden. Der Genannte konnte zeigen, dass in den bei weitem meisten Fällen das bisher beobachtete Phosphorescenzlicht nicht der untersuchten Substanz selbst, sondern ganz minimalen Verunreinigungen derselben angehört, die durch keinerlei noch so subtile chemische Methoden mehr nachzuweisen sind. Zeigt eine soweit als möglich reine Substanz ein Licht von bestimmter Farbe, so kann der Zusatz von einem Zehnmillionstel einer anderen ein so starkes Phosphorescieren in einer anderen Farbe durch Einwirkung der Kathodenstrahlen erzeugen, dass die erste dadurch völlig überstrahlt wird. Fügt man nun aber grössere Mengen jenes Stoffes zu, zo nimmt von einem gewissen Procentsatze das Leuchten wieder ab, und kann ganz aufhören, wenn grössere Mengen dieses in verschwindenden Spuren so intensiv leuchtenden Stoffes dem Kathodenlichte ausgesetzt werden. Man wird deshalb zu der Vermutung geführt, dass jenes Leuchten überhaupt nicht von den Stoffen ausgeht, die wir kennen, sondern von unnachweisbar geringen Beimengungen noch unbekannter Substanzen. Andererseits meint Goldstein, dass das am häufigsten wahrgenommene blaue bis violette Phosphorescenzlicht zu einem Teil ganz geringen Spuren von Wasser, die nicht mehr entfernt werden können, zuzuschreiben ist. Es ist eine ganz wunderbare Thatsache, die auf diesem ganzen Gebiete der unsichtbaren Strahlen uns immer deutlicher vor Augen tritt, dass die Natur ihre grössten Wirkungen nicht durch die grossen Massen, die wir in Händen haben, sondern durch die unnachweisbar kleinsten Massenteilchen einer Welt erzeugt, die wir auch mit unseren noch so verschärften Augen niemals werden erreichen können.

Mit diesen Phosphorescenzerscheinungen ist noch eine andere verknüpft, die wir hier nur kurz erwähnen können: die von Goldstein zuerst gefundenen sogenannten Nachfarben. Unter der Wirkung der Kathodenstrahlen verändern

gewisse Substanzen dauernd ihre Farbe und werden zugleich lichtempfindlich, sodass sie ihre gewöhnliche Farbe im Tageslicht wieder gewinnen.

Da wir bei diesen merkwürdigen Strahlen einen Brennpunkt entstehen sahen, in welchem dieselben sich also kreuzen müssen, wie in allen optischen Instrumenten (denn diese Kreuzung ist ja nur eine rein geometrische Notwendigkeit), so ist mit logischer Sicherheit vorauszusagen, dass ein Bild, das von diesen Strahlen entworfen wird, ein umgekehrtes sein muss. Bei dieser Schlussfolgerung kommen überhaupt keine physikalischen Eigenschaften der Dinge in Betracht, sondern nur rein mathematische, die unbedingt eine allgemeine Giltigkeit für sich in Anspruch nehmen. Wie gross war deshalb das Erstaunen, als Goldstein trotz der deutlich beobachteten Kreuzung der Kathodenstrahlen ein aufrechtes Schattenbild von ihnen erzeugt sah. Dies war bereits einer der scheinbar unbedingten Widersprüche gegen unumstössliche Wahrheiten, die man an diesen wunderbaren Strahlen bemerkte, und wenn sich derselbe zwar bald aufklärte, so ist er doch charakteristisch für die Schwierigkeiten, welche diese ganze Erscheinungsgruppe bietet. Es zeigte sich, dass von jedem Flächenelemente der Kathode Strahlen ausgehen, die eine sehr verschiedene Lage in Bezug auf die Ausstrahlungsfläche besitzen, je nach dem Widerstand, den sie noch in der Röhre antreffen. Goldstein, der dies 1887 zuerst zeigte, bewies, dass der Konvergenzpunkt, in welchem eine hohlspiegelförmige Kathode die Strahlen sammelt, mit der elektromotorischen Kraft, welche die letzteren von ihm aussendet, seine Entfernung vom Spiegel verändert. Je grösser diese Kraft, desto gerader gehen die Strahlen vom Spiegel aus, je weiter rückt der Konvergenzpunkt vom Spiegel hinweg. Würden die unbekannten Träger dieser Strahlen senkrecht von den Flächenelementen des Spiegels ausgehen, so müssten sie sich im geometrischen Brennpunkt treffen, was bei geringerer Evacuierung auch ungefähr stattzufinden scheint. Mit je grösserer Leichtigkeit aber die Strahlen den Spiegel verlassen, desto weniger kümmern sie sich um die Form desselben.

Stellt man eine Metallplatte in den Weg der Kathodenstrahlen, so werden sie von derselben teilweise zurückgeworfen, aber nicht wie von einem Spiegel und nicht nach dessen Gesetzen. Es ist ganz gleichgiltig, ob die Platte poliert oder rauh ist. Für die Teilchen, welche hier in Bewegung sind, ist auch eine glatte Fläche als rauh zu betrachten, so klein sind sie. Die Reflexion ist deshalb eine diffuse. Sie wurde zuerst von Goldstein nachgewiesen. Starke zeigte dann, dass sie mit der Dichtigkeit der reflektierenden Stoffe abnimmt, also in der Reihenfolge: Platin, Silber, Kupfer, Zink, Aluminium, Russ. Letzterer absorbiert bekanntlich die gewöhnlichen Strahlen vollständig: die Kathodenstrahlen aber lässt er ziemlich ungehindert durchgehen. Sonst auch ist das Reflexionsvermögen des gewöhnlichen Lichtes anderen Bedingungen unterworfen, die mit der Oberflächenbeschaffenheit der betreffenden Stoffe zusammenhängen, während diese für die Kathodenstrahlen keine Rolle spielen. Aluminium, das diese Strahlen am wenigsten gut von allen übrigen Metallen zurückwirft, lässt sie dagegen in dünnen Schichten durchgehen; es ist durchsichtig für Kathodenstrahlen, wie im übrigen alle genügend dünnen festen Substanzen. Lenard hat 1894 diese Eigenschaft benutzt, um diese Strahlen in die freie Luft hinaustreten zu lassen, damit man sie nun besser untersuchen könne, als in dem kleinen Raume der evacuierten Röhre. Er versah eine solche Röhre, der man inzwischen meist Birnenform zu geben pflegte, an dem Orte ihrer Antikathode mit einer Oeffnung, die wieder durch ein Aluminiumblatt verschlossen

wurde, das stark genug war, um bei der Entleerung der Röhre den äusseren Luftdruck zu ertragen, aber die Kathodenstrahlen durchliess. Man nennt eine solche Vorrichtung ein Aluminiumfenster. Die oben angegebene Jahreszahl, zu welcher diese Vorrichtung zuerst angewandt wurde, ist interessant. Ein Jahr darauf fand Röntgen seine berühmten Strahlen zufällig auf. Lenard hatte aber, als er seine Vorrichtung gebrauchte, zugleich Röntgenstrahlen in freier Luft vor sich. Es war nur ein ganz ungemein kleiner Schritt zu ihrer Entdeckung zu thun. (Schluss folgt.)



Die Polarisation des zerstreuten Himmelslichtes.

Von Dr. Christian Jensen-Hamburg.

(Fortsetzung.)

Die bisher vorgeführten Anschauungsweisen stützten sich wesentlich auf das Vorhandensein der neutralen Punkte. Fassen wir dagegen nun die feststehende Thatsache in's Auge, dass das Maximum der atmosphärischen Polarisation nahezu in einem Abstand von 90° von der Sonne vorhanden ist. Nun ist bekanntlich der Winkel der vollständigen Polarisation für verschiedene Substanzen ein verschiedener. Brewster hat jedoch einen eigentümlichen Zusammenhang zwischen dem Polarisationswinkel und dem Brechungswinkel gefunden, den beistehende Figur 6 veranschaulichen soll. Wenn *AB* der einfallende, *BC* der reflektierte und *BD* der gebrochene Strahl ist, so ist die Polarisation eine vollständige bei demjenigen Einfallswinkel, für welchen der von dem zurückgeworfenen und dem gebrochenen Strahl eingeschlossene Winkel *CBD* ein rechter ist. Daraus folgt weiter, dass $\alpha + \beta$ ebenfalls $= 90°$, also $\beta = 90° - \alpha$ ist. Das gewöhnliche Snellius'sche Brechungsgesetz $\sin \alpha = n \cdot \sin \beta$ würde also zu: $\sin \alpha = n \cdot \cos \alpha$, woraus sich ohne weiteres der Brewster'sche Satz $\tan \alpha = n$ ergiebt.

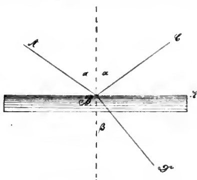


Fig. 6.

Eine totale Polarisation ist nun natürlich von vornherein beim Himmel wegen der vielfachen Reflexionen nicht zu erwarten; da aber die vollständigste Polarisation in einem Abstand von 90° von der Sonne auftritt, so ist hier 45° der Polarisationswinkel und es wird tang $45° = n$ oder $n = 1$. Da nun dieser Wert dem bekannten Brechungsindex der Luft „1,0003" ausserordentlich nahe kam, so meinten viele Physiker, die in Frage kommende Polarisation müsse durch Reflexion an Luft entstehen. Diesen Standpunkt vertrat unter anderen Brewster, derselbe wurde auch von Hagenbach vertreten, der allerdings die Theorie insofern besonders modifizierte, als er die Reflexion an verschieden stark erwärmten und daher verschieden dichten Schichten der Atmosphäre als die Hauptursache der atmosphärischen Polarisation hinstellte. Vor allem aber wies John Herschel zuerst mit besonderer Deutlichkeit auf die nahe Uebereinstimmung der beiden Brechungsindices hin. Lassen wir ihn selber

reden. Er sagt: „Die Ursache der Polarisation ist augenscheinlich eine Reflexion des Sonnenlichtes auf irgend etwas; es fragt sich nur, worauf. Wäre der Winkel der stärksten Polarisation 76°, so würden wir Wasser oder Eis als reflektierenden Körper annehmen, so unbegreiflich auch in der wolkenlosen Atmosphäre eines heissen Sommertages die Existenz von unverdunsteten Wasserteilchen ist. Obgleich auch ich einst dieser Meinung war, so haben mir doch sorgfältige Beobachtungen gezeigt, dass 90° oder doch nahezu 90° ein richtiger Winkel ist, und dass deshalb, welches auch der Körper sei, von welchem das Licht reflektiert worden ist, sobald es durch eine einmalige Reflexion polarisiert ist, der Polarisationswinkel 45° sein muss, sowie der Berechnungsindex, welcher gleich der Tangente dieses Winkels ist, gleich der Einheit. Mit anderen Worten, die Reflexion müsste in der Luft an Luft geschehen sein."

Nach der Ansicht von Clausius sollten Wasserbläschen die reflektierenden Substanzen sein, wie denn überhaupt die Ansichten hinsichtlich der Natur der die Polarisation bedingenden Substanzen oft sehr weit auseinander gingen. In dem einen Punkte dagegen stimmten die meisten Physiker miteinander überein, darin nämlich, dass die Ursache der atmosphärischen Polarisation mit derjenigen der blauen Himmelsfarbe identisch sei. Da nun der bekannte Luftschiffer Glaisher den Himmel in einer Höhe von 5 bis 6 englischen Meilen in „äusserst tiefem, preussischem Blau" beobachtet hatte, in einer Höhe also, in der die Luft offenbar aller Feuchtigkeit beraubt sei, so konnten nach Brewster's Ansicht Wassertröpfchen nicht die Ursache der blauen Himmelsfarbe und somit nach dem soeben Gesagten auch nicht die Ursache der atmosphärischen Polarisation sein. Brewster neigte sich vielmehr zu der Ansicht, dass die in den unteren Schichten vorhandenen Wasserpartikel dem Blau eine mehr weissliche Färbung gäben. Auch Brücke bekämpfte die Clausius'sche Theorie, soweit sie mit Wasserbläschen rechnete, auf's schärfste. Er betrachtete vielmehr die blaue Himmelsfarbe als ein ganz analoges Phänomen, wie dasjenige, welches ihm seine trüben Medien darboten, d. h. Gemenge von zwei oder mehr Substanzen von verschiedenem Brechungsvermögen, in welchem die eingestreuten Partikel so klein waren, dass sie sich als solche nicht unterscheiden liessen, während sie aber nichtsdestoweniger dadurch ihre Existenz verrieten, dass sie die Durchsichtigkeit des Ganzen schwächten. Bei diesen trüben Medien, z. B. einer Lösung von farblosem Mastix in Alkohol und Wasser, hatte der gebrochene Strahl mehr Licht langer, der reflektierte Strahl mehr Licht kurzer Wellenlänge. Diese Erscheinungen konnte Brücke unmittelbar mit Hülfe der Fresnel'schen Formeln über die Intensität des reflektierten und des gebrochenen Lichtes ableiten und die so deutlich sichtbare blaue Farbe kam nach seiner Auffassung durch die wiederholten Reflexionen an den zahlreichen trübenden Partikeln zustande. Diese Reflexionen sollten also den Hauptgrund zu der blauen Farbe abgeben. Als eine zweite Ursache der fraglichen Phänomene, welche Analoga der blauen Himmelsfarbe und der Dämmerungsfarben sein sollten, betrachtete Brücke Interferenzen, zu welchen die eingestreuten Teilchen bei hinlänglicher Kleinheit Veranlassung geben sollten. Brücke hatte sich nämlich durch eingehende Untersuchungen davon überzeugt, dass die Erscheinung in erster Linie von der Kleinheit der Partikel abhing. Auf die von Brücke geäusserte Ansicht hin wies nun Clausius nach, dass die fraglichen Partikel schon Wasserbläschen sein müssten, wenn man mit Interferenzen rechne, da das Zustandekommen derartiger Interferenzen Flächen mit parallelen Wänden bedinge. Die grosse Trag-

weite der Brücke'schen Untersuchungen erkennend, gab er jedoch zu, dass die von ihm geäusserten Gegengründe in demselben Moment hinfällig würden, wo es sich herausstellen sollte, dass die in Frage kommenden Partikel in der Atmosphäre so klein sind, dass sich die gewöhnlichen Reflexions- und Brechungsgesetze nicht mehr auf dieselben anwenden lassen. In diesem Falle bedarf es, wie sich Clausius ausdrückt, einer neuen Entwicklung, bei welcher noch besonders berücksichtigt werden muss, inwiefern diese Annahme mit der Polarisation des vom Himmel kommenden Lichtes und mit der bekannten Grösse der in den Wolken vorhandenen Wasserteilchen vereinbar ist. Wir werden nun in der That bald sehen, dass diese letzte Annahme bei dem heutigen Stand der Wissenschaft thatsächlich gemacht werden muss, um die wesentlichen Gesetze zu verstehen, welche uns die Erforschung der atmosphärischen Polarisation geliefert hat.

Schon im Jahre 1860 hatte Govi konstatiert, dass ein Lichtstrahl, der in einem dunklen Zimmer durch Rauch hindurchgeht, nach der Seite hin polarisiertes Licht aussendet, und Rubenson bestätigte diese Thatsache. Tyndall, der aber von den bereits vorliegenden Versuchen nichts wusste, kommt das Verdienst zu, dies Erscheinungsgebiet genau erforscht zu haben. Ursprünglich war es seine Absicht gewesen, die chemische Einwirkung des Lichtes auf farblose, flüchtige Substanzen zu studieren und zu dem Ende liess er Dampfgemische in eine gläserne Röhre von ca. 3 Fuss Länge und 3 Zoll Durchmesser eintreten und auf dieselben die mit Hülfe einer Linse parallel gemachten Strahlen einer elektrischen Lampe fallen. Es bildeten sich nun unter dem Einflusse des Lichtes Zersetzungsprodukte, die sich unter bestimmten Temperaturverhältnissen als Wolken niederschlugen. Tyndall konnte die Menge der Dämpfe nach Belieben variieren und er konnte eine solche Feinheit der Wolkenteilchen erreichen, dass er dieselben nach seiner Angabe mit dem besten Mikroskop nicht hätte wahrnehmen können und durchaus kein Bedenken trug, anzunehmen, dass man Teilchen erhalten könne, deren Durchmesser nur einen kleinen Bruchteil der Wellenlänge des violetten Lichtes bildeten, so dass in der That die gewöhnlichen Reflexions- und Brechungsgesetze nicht mehr auf sie anwendbar seien. Wenn nun ein genügender Grad von Feinheit erreicht war, so begann die sichtbare Wirkung mit der Bildung einer blauen Wolke, die bei der Verwendung gewisser Substanzen so schön, resp. schöner war als das tiefste Himmelsblau. Wenn man die Wolke sehen wollte, so durfte sie natürlich nur durch ein intensives Strahlenbüschel beleuchtet, musste aber sonst rings herum von Dunkelheit umgeben sein. War diese blaue Farbe erreicht, so war auch das seitlich austretende Licht polarisiert und zwar erreichte die Polarisation stets, ganz einerlei, was für Substanzen Tyndall verwandte, ihr Maximum, wenn man unter einem rechten Winkel auf die Richtung des einfallenden Strahls blickte. Unter gewissen andern Winkeln wurden neutrale Punkte beobachtet. Wenn sich nun allmählich mehr Partikel niederschlugen, so machte die schöne blaue Farbe einem mehr und mehr weisslichen Farbenton Platz und es änderte sich demgemäss der Winkel, unter welchem man die maximale Polarisation wahrnahm, wobei zu bemerken ist, dass nunmehr auch die maximale Polarisation keine vollständige mehr war. Gleichzeitig änderte sich auch die Lage der neutralen Punkte. Des weiteren sei noch bemerkt, dass sämtliche darüber angestellten Versuche mit Sicherheit ergaben, dass die Richtung der Schwingungen des polarisierten Lichtes senkrecht zu dem erleuchtenden Strahl vor sich gingen.

So sehen wir denn, dass Tyndall in seinem Laboratorium ein wunderbar schönes Analogon zum blauen Himmel geschaffen hatte, eine vorzügliche blaue Farbe, neutrale Punkte und vor allem die Thatsache, dass das Maximum der Polarisation unter 90° zum einfallenden Strahl vorhanden war, wobei es ganz einerlei war, was für Substanzen man anwandte, wenn man nur eine genügende Feinheit der Partikel erreichen konnte. Dies war ein Punkt von fundamentaler Bedeutung, der die Theorie der atmosphärischen Polarisation auf eine gänzlich neue Basis stellte. Nun waren die Partikelchen thatsächlich so klein geworden, dass die gewöhnlichen Reflexions- und Brechungsgesetze keine Anwendung mehr auf dieselben finden konnten. Sofort erkannte denn auch der geniale englische Physiker auf's klarste, dass der Grund für die hier beobachteten Erscheinungen und somit auch für die Phänomene der atmosphärischen Polarisation in der Wellentheorie des Lichtes gesucht werden müsse. Tyndall aber war wesentlich Experimentalphysiker, und es musste daher der Mann kommen, der die nötige theoretische Erklärung für diese eigentümliche Abweichung vom vorhin erwähnten Brewster'schen Gesetz gab. Das eine aber ist klar, dass nämlich durch diese Untersuchungen der vorhin erwähnten Clausius'schen Theorie vollständig der Boden entzogen wurde, und es mag hier auch gleich erwähnt werden, dass heutzutage die ganze Bläschentheorie auch von anderen Gesichtspunkten aus ein völlig überwundener Standpunkt ist.

Die nun für die Physiker erwachsende Aufgabe, die schönen Tyndall'schen Versuche mit der Undulationstheorie in Einklang zu bringen, wurde zunächst von Stokes und sodann in sehr eingehender Weise von Strutt, dem späteren Lord Rayleigh, in Angriff genommen. Dieser bedeutende Physiker unterwarf sowohl die durch Tyndall festgelegten Thatsachen als auch die Phänomene der atmosphärischen Polarisation einem streng mathematischen Kalkül. In einer im Jahre 1870 in dem „*Phil. Mag.*" veröffentlichten Arbeit gelangte er unter der Annahme, dass der Durchmesser der Licht zerstreuenden Teilchen kleiner sei als die Wellenlänge des Lichtes, zu dem Resultat, dass die Grösse der Schwingungsamplitude des zerstreuten Lichtes umgekehrt proportional dem Quadrat der Wellenlänge, also die mit dem Quadrat der Amplitude zunehmende Intensität des zerstreuten Lichtes umgekehrt proportional der vierten Potenz der Wellenlänge sei; demnach müsse die Lichtzerstreuung für die brechbareren Strahlen eine stärkere werden, wodurch die blaue Farbe ihre Erklärung finde. Während nämlich die grösseren Wellenzüge weniger gestört werden durch vorgelagerte Partikelchen, verursacht die Störung, welche ein kleinerer Wellenzug erleidet, eine neue, nach allen Seiten des Raumes hingehende Wellenbewegung. Hieraus leitet dann Strutt die hauptsächlichsten von Tyndall beobachteten Erscheinungen und die wesentlichen Phänomene der atmosphärischen Polarisation ab. Die für eine bestimmte Beobachtungsrichtung vorhandene Polarisation kann man konstruieren, wenn man den auffallenden Strahl in zwei zu einander senkrecht stehende Komponenten zerlegt denkt, von denen die eine senkrecht zu der durch Visierrichtung und Lichtstrahl gelegten Ebene steht und voll zur Wirkung gelangt, während die andere in jener Ebene liegende nur mit einem der Beobachtungsrichtung entsprechenden Betrage wirkt. Lord Rayleigh leitete nun in derselben Arbeit mit Hülfe der mathematischen Analysis das Resultat ab, dass das nach der Seite hin zerstreute Licht polarisiert sein müsse, und zwar, dass das Maximum der Polarisation bei genügender Feinheit der Partikelchen unter einem Winkel von 90° gegen den einfallenden Lichtstrahl

stattfinden müsse. Die Anschauungen des Genfer Physikers Soret decken sich in den Hauptpunkten mit denjenigen Strutts. In meisterhaft anschaulicher Weise hat Busch es verstanden, diese an sich nicht gerade sehr leicht verständlichen Ableitungen dem Laien mundgerecht zu machen, so dass der Verfasser wohl mit Grund glaubt, nichts besseres thun zu können, als sich der Schilderung Professor Busch's anzuschliessen. Busch stellt die Wirkungsweise folgendermassen dar: „Wenn ein Körperchen, dessen Grösse klein ist im Vergleich zur Wellenlänge des Lichtes, von einem Lichtstrahl getroffen wird, so wird es die Aetherschwingungen stören, und diese Störung wird aufgefasst werden können als Ursache einer neuen Wellenbewegung, welche von dem betreffenden Teilchen nach allen Richtungen des Raumes ausgeht und die in ihnen liegenden Aetherteilchen in einer bestimmten Weise in Schwingungen versetzt. Setzen wir einmal voraus, ein eben polarisierter Strahl treffe ein solches körperliches Teilchen in vertikaler Richtung und seine Schwingungen fänden in der Meridianebene statt. Was würde die Folge sein? Wir dürfen annehmen, dass das Teilchen selbst anfangen wird in der Richtung des Meridians zu schwingen, und diese Schwingungen werden Wellenstrahlen zerstreuten Lichtes nach allen Richtungen aussenden. Beschränken wir uns bei Verfolgung derselben zunächst auf die Horizontalebene, so müssen diese Schwingungen auf dem in die ostwestliche Richtung fallenden Strahl ganz ungeschwächt erfolgen, und in dieser Richtung muss also das zerstreute Licht am intensivsten sein. In der Richtung des Meridians kann kein zerstreutes Licht existieren, weil dort die Schwingungsrichtung mit der Fortpflanzungsrichtung zusammenfallen würde, was nach der Wellentheorie des Lichtes nicht möglich ist. In einer andern Richtung der Horizontalebene würde die Intensität des zerstreuten Lichtes zwischen diesen Grenzen liegen, in allen Richtungen würde es aber in der Vertikalebene total polarisiert sein. In der ost-westlichen Vertikalebene würde offenbar nach allen Richtungen zerstreutes, total polarisiertes Licht von den materiellen Teilchen ausgehen, während die Strahlen zerstreuten Lichtes in der Meridianebene sich ähnlich verhalten würden wie in der Horizontalebene. Es ist nicht schwer, sich auch Rechenschaft zu geben über das in irgend eine andere Richtung fallende zerstreute Licht, es ist nur notwendig, die primären Schwingungen stets in zwei Komponenten zu zerlegen, von denen die eine in die betreffende Richtung, die andere senkrecht dagegen fällt, die letztere giebt den Betrag des zerstreuten Lichtes."

In ähnlicher Weise setzt dann Busch auseinander, wie sich die Verhältnisse gestalten, wenn der ursprüngliche Strahl nicht polarisiert ist. Wir wollen diesen Fall hier nicht weiter auseinandersetzen, da ihn jeder Leser an der Hand des soeben Gesagten sehr leicht verfolgen kann, wenn er nur den neutralen Lichtstrahl als zwei aufeinander senkrecht polarisierte Strahlen mit gleicher Schwingungsamplitude auffasst und die Wirkungsweise eines jeden dieser Strahlen getrennt untersucht.

Was die spezielle Anwendung der Rayleigh'schen Theorie auf die Erscheinungen der atmosphärischen Polarisation von Seiten Soret's betrifft, so machte dieser Physiker die in Wirklichkeit nicht zutreffenden Annahmen, dass die ganze kugelförmig gedachte Atmosphäre sich an der Diffusion des Lichtes nach einem bestimmten Punkte hin beteiligt, und dass die Verteilung der die Diffusion resp. Polarisation hervorrufenden Partikelchen eine völlig gleichmässige innerhalb der ganzen Atmosphäre sei. Soret weiss sehr wohl, dass beide Voraussetzungen

fehlerhaft sind, jedoch sucht er nachzuweisen, dass die thatsächliche Abweichung von der ersten Hypothese das Endresultat nicht beeinflusst, und den durch die zweite Annahme bedingten Fehler sucht er dadurch zu kompensieren, dass er sich einen besonderen, dem Horizont aufgelagerten Ring mit diffundierenden Teilchen hinzudenkt und die entsprechende Wirkung zu der zuerst berechneten hinzufügt. Hierbei muss erwähnt werden, dass vor nicht langer Zeit Hurion seine auf experimentellem Wege gefundenen Resultate mit der von L. Soret vorgebrachten Theorie verglich und dass er dabei fand, dass die zuzweit genannte, gewissermassen nur künstlich konstruierte Annahme L. Soret's zu Werten führt, welche der Wirklichkeit entsprechen. Auch sei erwähnt, dass L. Soret dargethan hat, dass die Existenz der neutralen Punkte in der Atmosphäre eine notwendige Konsequenz der auf einfachste Versuchsverhältnisse zugeschnittenen Theorie Lord Rayleigh's ist. Dasselbe fand er auch für die Thatsache, dass die Polarisationsebene auch für das sekundär zerstreute Licht solcher Luftschichten, welche keinen direkten Sonnenstrahl zugesandt bekommen und ganz im Schatten (im sogenannten Schattenraum) liegen, mit der durch Beobachter, anvisierten Punkt und Sonne bestimmten Ebene zusammenfällt. (Schluss folgt.)



Ueber die Radioaktivität der im Erdboden enthaltenen Luft.

Im Jahre 1899 entdeckte das Ehepaar Curie an gewissen Substanzen eigenartige Erscheinungen, welche als Strahlungsvorgänge angesehen wurden und Wirkungen ähnlich denen gewisser elektrischer Strahlenarten zeigten. Besonders zwei Stoffe zeigten die Eigenschaft in besonders hohem Grade, das Radium und das Polonium, und diese merkwürdige Strahlungseigenschaft erhielt den Namen „Radioaktivität“. An einer ganzen Reihe von Stoffen, neuerdings auch von Prof. Marckwald am Wismut, sind solche radioaktiven Eigenschaften bemerkt worden, jetzt sogar an der Luft, worüber im Folgenden berichtet werden soll.

Anschliessend an früher mitgeteilte Beobachtungen in der „Physikalischen Zeitschrift“ (3. Jahrg., No. 4, pag. 76 bis 79) „Ueber die durch atmosphärische Luft inducierte Radioaktivität“ berichten die Herren Elster und Geitel in derselben Zeitschrift (3. Jahrg. No. 24, pag. 574 bis 577) über weitere Experimente, behandelnd „Die Radioaktivität der im Erdboden enthaltenen Luft“. Die in der ersten Abhandlung mitgeteilten Erscheinungen wurden von Elster und Geitel gelegentlich der Untersuchungen über Elektrizitätszerstreuung in der Luft bemerkt. Bekanntlich tritt bei einem der Luft ausgesetzten elektrisch geladenen Körper ein Verlust der Ladung ein, welcher mit der Zeit wächst. In grösseren begrenzten Luftmengen trat von dem Augenblicke der Absperrung an eine Elektrizitätszerstreuung ein, welche während mehrerer Tage einem grössten Grenzwerte zustrebte. Diese auf bekannte Thatsachen zurückzuführen, gelang nicht, und so vermuteten die Experimentatoren, dass radioaktive Vorgänge sich abspielen müssten. Die Elektrizitätszerstreuung zeigte sich besonders intensiv in Kellerluft. Schreibt man nun der Luft selbst eine Art von Radioaktivität zu, so müsste die natürliche Luft gleich der durch Radium oder Thorium künstlich aktivierten beliebigen Substanzen durch blosse Berührung eine „inducierte Strahlung“ mitteilen. Die zu erwartenden Wirkungen mussten aber gegen die durch radioaktive Substanzen herbeigeführten so kleine sein, dass sie als schwer messbar anzunehmen waren. Diese Klippe umschifft man durch ein von Rutherford angegebenes Mittel, welches darin besteht, dass man den der Radium- oder

Thoriumluft ausgesetzten Körper auf negativem elektrischem Niveau erhält. Es bleibt dann auf dem Körper eine radioaktive Schicht zurück, welche imstande ist, die Luft leitend zu machen und photographische Wirkungen selbst durch dünne Metallblättchen hindurch auszuüben. Dieselbe lässt sich merkwürdigerweise abschaben oder abreiben und auf diese Weise auf einen kleineren Raum zur intensiveren Wirkung konzentrieren, nicht aber durch Erhitzung des Körpers vernichten. Mit auf diese Weise gewonnenen radioaktiven Substanzen konnten Elster und Geitel und nach ihnen noch andere Experimentatoren eine Phosphorescenz am Bariumplatincyanürschirm hervorrufen, die dem völlig ausgeruhten Auge direkt wahrnehmbar ward. Es blieb damals nur die Annahme übrig, dass in der Luft selbst die Ursache der eigentümlichen radioaktiven Wirkungen zu suchen sei.

Die rätselhafte Erscheinung der besonders hohen Wirksamkeit der Höhlen- und Kellerluft wurde nun Gegenstand der zweiten zitierten Arbeit. Es wurde versucht, die aktivierende Wirkung der Luft auf die sie umgebenden Wände zurückzuführen. Die direkte Prüfung von Gesteinsproben gab keinen Anhalt für eine dem angrenzenden Gesteine selbst zuzuschreibende primäre Becquerelstrahlung, deshalb schritten die Beobachter zur Untersuchung von dem Erdboden selbst entstammender Luft, welche zu einem besonders zu dem Zwecke in einem luftdichten Glasverschluss eingebauten Elektroskop geleitet wurde, und verglichen ihre Wirkung mit der der gewöhnlichen Zimmerluft.

Die Luftproben wurden dem Erdboden durch eine in ein Loch gesenkte Glasröhre entnommen, die nicht völlig bis zum Ende des mittels einer dünnen Eisenstange in den Erdboden gestossenen Kanals hinabreichte und die Erde um die Röhre herum mit Wasser ein wenig angegossen und festgestampft, damit gegen die Aussenluft ein Abschluss vorhanden war. Durch einen Schlauch wurde die Glasröhre mit dem Elektroskopapparate verbunden und die Luft durch eine Wasserstrahlpumpe angesaugt. Die Luft in dem Elektroskopraume wurde durch ein Stück Natrium trocken erhalten, sodann wurden die notwendigen Konstanten des Apparates bestimmt, sonstige Vorherbestimmungen getroffen und die Nebenerscheinungen festgestellt und ausgeschaltet, eventuell berücksichtigt. Nach dem Einleiten der Bodenluft zeigte sich alsbald eine mehr als fünffache Zerstreuung im Elektroskopgehäuse, die nach dem Entfernen dieser Luft wieder verschwand, aber nicht ganz auf den Anfangswert fiel, weil die an den Glaswänden innen noch adhärierende Bodenluft noch ein wenig einwirkte und die inneren Teile des Gehäuses durch die Bodenluft in geringem Grade radioaktiviert waren, also eine Art „induzierter Aktivität" erlangt hatten. Es zeigte sich also, dass die aus dem Erdboden stammende Luft ebenso wie die Höhlen- und Kellerluft in anormaler Weise leitend sind und die radioaktiven Eigenschaften in ausgeprägter Weise besitzen, die sie auf andere Körper durch blossen Kontakt vorübergehend übertragen können. Zum Nachweise der Aktivität wurde das Rutherford'sche Mittel benutzt und das Elektroskop aus dem Gehäuse entfernt. Der negativ geladene Draht gewann unter dem Einfluss der eingeleiteten Bodenluft eine Intensität der Aktivierung, wie man sie unter sonst gleichen Versuchsbedingungen in geräumigen Keller- oder Höhlenräumen erhielt.

Man kann die Bodenluft auch erst in Behältern auffangen, bevor man sie zum Apparate leitet. Dieser Umstand gestattet, Luft aus verschiedenen Bodenarten auf ihre Aktivität zu untersuchen, da die Intensität sich innerhalb einiger Stunden kaum vermindert, wie durch Versuche festgestellt wurde. Ob die beob-

achtete Radioaktivität der Luft von der Art des Bodens abhängig ist, ist noch nicht festgestellt, es liegt aber nahe, sie auf eine primäre Becquerelstrahlung der Erdsubstanz zurückzuführen. Dass übrigens ein vor dem Eindringen der Bodenluft hermetisch geschützter Behälter die beschriebenen Erscheinungen nicht aufweist, wurde durch Versuche an einem 7 m^3 fassenden Dampfkessel nachgewiesen. So bleibt also wohl nur übrig, anzunehmen, dass die Eigenschaft der atmosphärischen Luft, induzierte Radioaktivität anzunehmen, von der innigen Berührung mit dem Erdkörper herrührt. Inwieweit dabei Einflüsse wie die Sonnenstrahlung und anderes mitwirken, müssen spätere Untersuchungen lehren.

F. G. H. Linke.

Kleine Mitteilungen.

Unsere Beilage: „Ludwig XIV. besucht die Pariser Sternwarte am 1. Mai 1682" ist nach einem alten Stich von S. Le Clerc, den ich beim Antiquar ohne nähere Angaben zufällig auffand, reproduziert worden. Das Gebäude, welches durch das Fenster hindurch im Hintergrunde zu sehen ist, stellt die alte Pariser Sternwarte dar. Ich vermutete, dass es sich um einen Besuch Ludwig XIV. handelte und sandte einen Abzug an die Direction der Pariser Sternwarte mit der Anfrage, ob der Stich dortselbst bekannt sei und meine Vermutung zutreffe. Herr Professor Maurice Loewy, den Lesern des 1. Jg. unserer Zeitschrift durch seine Abhandlung über den Mond bekannt, teilte mir in liebenswürdiger Weise mit, dass meine Vermutung richtig sei und nähere Angaben über den Besuch Ludwig XIV. in dem Werke *„Histoire de l'observatoire de Paris de sa fondation à 1793"*, von C. Wolf veröffentlicht würden, was inzwischen geschehen ist.

Auf unserem Bilde erscheint der König, der dadurch erkenntlich ist, dass er allein einen Federhut trägt, — alle anderen Personen sind ohne Kopfbedeckung, — in Begleitung seines ältesten Sohnes, des Dauphin, und seines einflussreichen Finanzministers Colbert. Dieser Letztere hatte 1663 die „Akademie der Inschriften" und 1666 die „Akademie der Wissenschaften" begründet und auch die Mittel für die Erbauung der Pariser Sternwarte flüssig gemacht. Ihr erster Director, Jean-Dominique Cassini, der den König in den grossen Saal der zweiten Etage geführt hat, zeigt auf einen Brennspiegel von Villette. Die Luftpumpe, die chemischen Kolben, die Skelette an den Wänden, die ausgestopften Tiere deuten darauf hin, dass wir uns in der Sammlung der Akademie befinden, welche in dem Gebäude der Sternwarte untergebracht war. Dass die Sternwarte selbst, in deren Innern die dargestellte Scene sich abspielt, als Skizze am Horizont zu sehen ist, ist eine in der damaligen Zeit beliebte freie Erfindung des Künstlers. Auf dem Dache der Sternwarte sieht man noch die beim Bau benutzten Hebewerkzeuge, welche man auf den ersten Blick für Fernrohre halten könnte. Auch entsprechen im Hintergrunde die mit Verzierungen bedeckten Rasenanlagen nicht der Wirklichkeit. Dieser Besuch hatte zur Folge, dass Cassini in Zukunft häufig in das Hoflager des Königs befohlen wurde, um ihm über seine Vermessung Frankreichs zu berichten.

F. S. Archenhold.

* * *

Achtes Verzeichnis von Beiträgen zur Errichtung der Vortragshalle der Treptow-Sternwarte.

117.	Besuch der Maler-Ateliers von Frau Anna Koepsel-Hoyer und Herrn August Koepsel	127,— M.
118.	H. Waetge, Berlin	50,— -
119.	Adolf Lewin, Berlin	20,— -
120.	Gebrüder Habel, Weingrosshandlung, Berlin	20,— -
121.	Ingenieur M. Haller, Berlin	15,— -
122.	Heinrich Mattoni, Gieshübl b. Karlsbad	8,50 M.
123.	Frl. M. B . . . . , Berlin	5,— -
		245,50 M.
	Die Summe der früheren Spenden betrug:	10 260,— -
	Insgesamt:	10 505,50 M.

Allen freundlichen Zeichnern sprechen wir den wärmsten Dank für diese Bethätigung ihres Interesses aus. Weitere Beiträge nimmt die „Deutsche Genossenschaftsbank von Soergel, Parrisius & Co., Berlin W, Charlottenstrasse 35a" und die „Deutsche Bank, Depositen-Casse A, Berlin W., Mauerstrasse 28-32", entgegen.

Für die Schriftleitung verantwortlich: F. S. Archenhold, Treptow-Berlin; für den Inseratenteil: C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin W.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

3. Jahrgang 4. Heft. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte. 1902 November 15.

Verlag von C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin.

Diese Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. — Abonnementspreis vierteljährlich Mark 2.— (Ausland Mark 2.50), einzelne Nummer 50 Pfg. franko durch den Verlag, Berlin W. 35, Schöneberger Ufer 43, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungspreisliste 11. Nachtrag 7814 a).

Anzeigen-Gebühren: Die einspaltige Petitzeile 40 Pfg. 1/1 Seite 60.—, 1/2 Seite 30.—, 1/4 Seite 15.— Mk. Bei Wiederholungen Rabatt.

INHALT.

Zur dreihundertjährigen Wiederkehr des Geburtstages von Otto von Guericke.

Von F. S. Archenhold.

Zu den geistvollsten Naturforschern des 17. Jahrhunderts zählen wir mit Recht Otto von Guericke. Unter den Stürmen des Krieges und dem Drange seiner vielfachen Thätigkeit als Bürgermeister und Diplomat verlor er keinen Augenblick sein wissenschaftliches Interesse für die Erforschung der Naturerscheinungen.

Seine bekannteste Erfindung ist die Luftpumpe, deren Konstruktion in die Zeit 1647—51 fällt. Diese Luftpumpe wird zusammen mit zwei sogenannten Magdeburger Halbkugeln noch heute auf der Kgl. Bibliothek in Berlin aufbewahrt. Otto von Guericke hat auf dem Reichstage zu Regensburg im Jahre 1654 vor Kaiser und Reichsfürsten den Druck der Atmosphäre mit solchen zwei Halbkugeln demonstriert, worüber er selbst schreibt: „Ich liess mir zwei kupferne Halbkugeln machen, die ungefähr 3/4 Teile einer Magdeburgischen Elle im Durchmesser hatten, oder richtiger, weil die Meister es mit den Maassen der bestellten Gefässe nicht so genau zu nehmen pflegen, 67 Hundertteile einer Elle. Beide Hälften waren einander völlig gleich. An der einen war ein Hahn oder vielmehr ein Ventil angebracht, vermittelst dessen die inwendige Luft aus der Kugel herausgezogen, die äussere wieder hineingelassen werden konnte. Ausserdem befanden sich an beiden Hälften noch eiserne Ringe, durch welche Stricke gezogen werden konnten, um daran Pferde anzuspannen. Dann liess ich mir noch einen Ring aus Leder machen, welcher mit einer Auflösung von Wachs und Terpentin wohl getränkt war, damit keine Luft durchgehen könne. Diesen Lederring legte ich dann zwischen die an einander gefügten Halbkugeln, liess aus ihnen die Luft schnell herausziehen und sah nun, mit welcher Gewalt beide an den ledernen Ring gepresst wurden, so dass sechzehn Pferde sie entweder gar nicht oder nur mit Mühe von einander reissen konnten. Wenn dies aber endlich, wie es bisweilen geschah, der Fall war, dann vernahm man einen Knall, wie wenn ein Schiessgewehr abgeschossen würde. Sobald aber wieder Luft in die fest an einander gepressten Halbkugeln eingelassen war, konnte Jedermann dieselben leicht von einander trennen. Weil aber beide Halbkugeln beim Aus-

einanderreissen immer etwas beschädigt wurden, und besonders beim Niederfallen auf die Erde leicht an ihrer vollkommenen Rundung verloren, so liess ich zwei grössere machen, von einer vollen Elle im Durchmesser. Da aber die Kupferschmiede selten ein Gefäss genau nach dem aufgegebenen Maasse fertigen, so fand ich auch jetzt den wahren Durchmesser nur 95 Hundertteile einer Elle gross. Luftleer gemacht, konnten diese beiden Halbkugeln nicht von 24 Pferden auseinander gezogen, wieder mit Luft gefüllt von Jedermann aber mit leichter Mühe getrennt werden." Der auf dem Reichstage zu Regensburg anwesende Bischof von Würzburg, Johann Philipp, kaufte die Apparate Guericke's und liess die Professoren in Würzburg die Versuche Guericke's in dessen Beisein wiederholen.

Auch erfand Guericke 1661 das Manemometer und konstruierte die sogenannten „Guericke'schen Wassermännchen", welche vor Erfindung des Barometers allgemein benutzt wurden, um die Veränderung der Temperatur anzuzeigen.

Wenn auch Guericke nicht als Erfinder der Elektrisiermaschine zu bezeichnen ist, da seinen Apparaten noch der Konduktor fehlt, so ist ihm doch die Entdeckung der elektrischen Abstossung, des elektrischen Leuchtens, der elektrischen Leitungsfähigkeit und Induktion zuzusprechen. Aus einem Brief von Leibniz an Guericke erfahren wir, dass der Magdeburger Bürgermeister auch über das Volumen der Planeten im Verhältnisse zu ihrer Sonnenferne Untersuchungen angestellt hat. Wir müssen auch Otto von Guericke als den Ersten bezeichnen, der die Meinung aussprach, dass die Wiederkehr der Kometen sich errechnen lassen müsse. Er hat auch die beiden grossen Kometen in den Jahren 1664 und 1665 beobachtet, worüber sich ein reger Briefwechsel zwischen ihm und S. Lubienietzki in dem Hauptwerke, in dem auch die vielen physikalischen Experimente Guericke's beschrieben sind, findet.*)

*) Ottonis de Guericke, experimenta nova Magdeburgica de vacuo spatio, primum a G. Schotto, nunc vero ab ipso auctore perfectius edita, variisque aliis experimentis aucta. Amstelodami 1672, Fol. (Neugedruckt von H. Zerener, Leipzig 1881).

Wir geben noch folgende Litteratur an, indem wir unsere Leser besonders aufmerksam machen auf die Schrift von Prof. Dr. Blath, „Die Naturforschung an der Schwelle der Neuzeit und die Bedeutung der Neuentdeckungen und Erfindungen Otto von Guericke's in derselben. Mit einer Anzahl von Tafeln, enthaltend Abbildungen aus den Originalwerken Otto von Guericke's, des Jesuitenpaters Caspar Schott und aus dem litterarischen Nachlass Guericke's in der Stadtbibliothek zu Magdeburg, nebst einem Bilde Guericke's aus seinem Hauptwerke: Experimenta nova Magdeburgica", die als Separatabdruck aus dem Jahrbuch des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Magdeburg für 1896 — 1897 erschienen ist.

Otto von Guericke's Sammlung lateinischer, italienischer, holländischer und deutscher Sinnsprüche, geordnet und mit Einleitung nebst freier Uebersetzung veröffentlicht von Karl Paulsick, Magdeburg 1885. 4°.

Ad. Hochheim: Otto von Guericke als Physiker. (Mit 1 Tafel.) Programm der höheren Gewerbeschule, Magdeburg 1870. 4°.

Friedrich Dies: Otto von Guericke und sein Verdienst. Magdeburg 1862. 8°.

H. Holstein: Otto von Guericke's Gesandschaftsreisen. (42 S. 8°.)

Otto von Guericke's neue Magdeburgische Versuche über den leeren Raum. Uebersetzt von F. Dannenbaum. Leipzig 1894.

F. W. Hoffmann (herausgegeben von I. O. Opel): Otto von Guericke, Bürgermeister der Stadt Magdeburg. Ein Lebensbild aus der Deutschen Geschichte des 17. Jahrhunderts. Mit einem Anhange von dem Herausgeber über die Zerstörung Magdeburgs und Guericke's Porträt. Magdeburg 1874. 8°.

Ueber den äusseren Lebensgang dieses merkwürdigen Mannes wollen wir noch mitteilen, dass sein Vater ein Magdeburger Patrizier, Hans Guericke, seine Mutter eine Geborene von Zweidorff aus Braunschweig war. Er wurde am 20. November 1602 geboren und erhielt den ersten Unterricht auf der Stadtschule in Magdeburg. Schon 1617 bezog er die Universität in Leipzig und setzte



dann seine Studien noch in Helmstedt, Jena und Leiden fort. 1626 trat er in das Rechtskollegium zu Magdeburg ein, verheiratete sich noch im gleichen Jahre

Geschichte der Belagerung, Eroberung und Zerstörung Magdeburgs. Aus den Handschriften veröffentlicht von F. W. Hoffmann. 1. Auflage, Magdeburg 1860. II. Auflage 1887.

Jngenieur Hermann Dittmar: Die Erfindungen Otto von Guericke's, Vortrag, gehalten im Magdeburger Zweigverein deutscher Jngenieure. Vereinszeitschrift Band 42, Seite 215—217. Julius Springer, Berlin N. A. W. Schade's Buchdruckerei.

mit Margarete Alemann, einer Magdeburgerin. Im Dienste der Stadt hatte er die Belagerung Magdeburgs durch Tilly im Jahre 1631 mit überstanden. Bei der Eroberung wurde sein Haus total ausgeplündert und er selbst gefangen genommen. Aller Existenzmittel beraubt, flüchtete er, erhielt als Ingenieur Gustav Adolfs 1632 eine Anstellung und kam unter dem schwedischen General Banér bald wieder nach Magdeburg. Da Guericke es durch lange Verhandlungen mit dem Kurfürsten von Sachsen 1642 durchsetzte, dass Magdeburg wieder eigene Verwaltung erhielt, wählte 1646 die dankbare Stadt Guericke zu ihrem Bürgermeister. In den nächsten Jahren war er nun viel diplomatisch thätig. Sein grosses Werk „Experimenta nova" konnte er trotzdem schon am 31. März 1663 vollenden. Wegen der vielen Zeichnungen, die dem Werke beigefügt sind, erschien dasselbe jedoch erst 1672. Am 7. September 1678 legte Guericke sein Bürgermeisteramt nieder und begab sich 1681, als er in Streitigkeiten mit den Behörden seiner Vaterstadt wegen seiner Gerechtsame verfiel und die Pest in Magdeburg ausbrach, zu seinem einzigen Sohne nach Hamburg. Hier starb er am 11. Mai 1686. In ihm ist ein Experimentator allerersten Ranges dahingegangen.

Zur Erfindung der Luftpumpe war er durch den alten philosophischen Streit über die Existenz eines leeren Raumes geführt worden, den er als Empiriker nur durch das Experiment gelöst wissen wollte: „Die Philosophen", so schreibt er, „welche nur an ihren Meinungen und Argumenten festhalten, aber die Erfahrung unberücksichtigt lassen, können nie zu sicheren und richtigen Schlüssen hinsichtlich der natürlichen Erscheinungen in der Körperwelt gelangen; wir sehen ja, dass der menschliche Verstand, wenn er die durch Erfahrung gewonnenen Resultate nicht beachtet, oftmals viel weiter von der Wahrheit sich entfernt, als der Abstand der Sonne von der Erde beträgt."

Indem Guericke eine gläserne Kugel luftleer machte und sie mit einer lufterfüllten in Verbindung setzte, bewies er die Elasticität der Luft. Aus der luftgefüllten Kugel strömte dann mit grosser Gewalt die Luft in die leere und erzeugte hier einen Sturmwind. Auch wog er die Kugel im luftleeren und gefüllten Zustand und bestimmte so das Gewicht der Luft. Ihm entging auch nicht die grössere Dichtigkeit der Luft in den unteren Atmosphärenschichten.

Nach so grossen wissenschaftlichen Leistungen ist es zu verstehen, dass sich im Jahre 1898 aus einer Reihe angesehenster Männer der Behörden und Wissenschaft ein „Komitee für Errichtung eines Otto von Guericke-Denkmals" bildete, in der Erwartung, am 20. November 1902 den Grundstein des Denkmals legen zu können. In einer Sitzung dieses Komitees in Magdeburg am 8. Oktober 1902 teilte der Vorsitzende, Oberbürgermeister Schneider, mit, dass die beabsichtigte Grundsteinlegung des Denkmals an dem 300. Geburtstag Guericke's (20. November 1902) unterbleiben muss, da die Sammlungen bisher kein ausreichendes Kapital ergaben.

Es ist aber zu hoffen, dass gelegentlich des bevorstehenden Gedenktages die Sammlung die gewünschte Höhe erreicht, damit dem Manne, der durch seine grundlegenden Arbeiten wertvolle Bausteine zu dem wuchtigen Bau heutiger Naturerkenntnis beigetragen hat, in seiner Vaterstadt ein würdiges Denkmal erstehe als ein Zeichen dafür, dass den wahrhaften Förderern menschlichen Wissens auch noch nach Jahrhunderten Dank und Anerkennung gezollt wird.



Die Kathodenstrahlen.

Von Dr. M. Wilhelm Meyer.

(Schluss.)

In den Kathodenstrahlen haben wir es mit einem strahlenden und einem strömenden Phänomen zugleich zu thun. Ein Rädchen, das, wie schon berichtet, von den direkten Strahlen eine abstossende Wirkung erfährt, dreht sich dagegen in umgekehrter Richtung, wenn man es aus der Strahlenaxe seitlich verschiebt (Swinton). Die Materie der Kathodenstrahlen verlässt also die Röhre nicht, zunächst von ihr hinweggetrieben, muss sie irgendwo wieder umkehren und einen Kreislauf ausführen. Jedenfalls spielen aber auch Ströme hierbei eine Rolle, die von der Anode ausgehen, nur müssen diese viel geringere Kraft haben. Stellt man eine unipolare Röhre her, in welche also nur eine Elektrode eingeführt ist und leitet die andere zur Erde ab, so brechen nach Batelli und Magri gleichfalls Strahlen in das Vacuum aus, während in der freien Luft unter diesen Umständen bekanntlich keine Ableitung der Elektrizität stattfinden würde. Aber die nun entstehenden Strahlen haben zugleich die Eigentümlichkeit der Kathoden- und der Anodenstrahlen.

Sehr schön zeigt sich diese Erscheinung auch, wenn man in die Röhre selbst überhaupt keine Leitung einführt, sondern eine mit sehr verdünntem Gas gefüllte Glasröhre in angemessener Entfernung aussen mit Staniolringen umgiebt, so dass der aussen stattfindende Ausgleich der Elektrizitäten im Innern der Röhre nur Gegenwirkungen erzeugen kann, in der Art wie die Kondensatoren auf ihre Belagflächen, z. B. bei den bekannten Leydener Flaschen, wirken. Auf diese Weise müssen ja in der That oscillierende Entladungen nach beiden Richtungen stattfinden. Es bildet sich dann in der Röhre zwischen den beiden äusseren Ringen ein doppelter Lichtkegel, der in der Hauptsache aus geschichtetem Anodenlicht besteht, sich aber zu beiden Seiten zu dünnen Fäden auszieht, die sich als Kathodenstrahlen herausstellen. Dieser von Fomm 1899 angestellte Versuch erscheint uns sehr wichtig, weil er überzeugend zeigt, dass das Material der Elektroden bei diesen Strahlungs- und Strömungserscheinungen keinerlei Rolle spielt, dass also die Gasteilchen als ihre Träger anzusehen sind. Da nun aber die elektrischen Wirkungen, welche die Veranlassung dieser Bewegungen der Gasteilchen sind, die Glaswände durchdringen, die Gasteilchen dagegen nicht, so beweist dies, dass es sich hierbei nur um eine sekundäre Erscheinung handeln kann, etwa in dem Sinne, dass die eigentlichen elektrischen Aeterwirbel, welche wir als vorhanden annehmen müssen, die Gasteilchen mit sich fortreissen. Wir werden noch andere Anhaltspunkte hierfür finden.

Dass in einer Hittorf'schen Röhre, wie man die Kathodenstrahlen erzeugenden Röhren auch zu nennen pflegt, Strömungen nach beiden Richtungen erfolgen, zeigen auch die schon 1886 von Goldstein entdeckten Kanalstrahlen. Stellt man die Kathode aus einem Aluminiumblech her, das mit kleinen Löchern versehen ist und den Querschnitt der Röhre ausfüllt, so sieht man, wenn die Kathodenstrahlen in der einen Richtung von dem Blech ausgehen, durch die Löcher nach der andern Richtung hin, wie durch Kanäle, gleichfalls Strahlen austreten, die alle Eigenschaften der Kathodenstrahlen besitzen, nur dass sie positive statt negativer Elektrizität mitführen. Die Richtung dieser Kanalstrahlen ist nicht etwa von der Anode hinweg gerichtet, die solche positive Elektrizität

führt; man kann durch ein geknicktes Rohr die Anode an einen beliebigen Ort verlegen, ohne die Richtung der Kanalstrahlen zu ändern, die nur von der Lage der Kathodenstrahlen abhängt. Einer blossen Rückstosswirkung können sie aber ihr Entstehen auch nicht verdanken, weil sie sonst dieselbe elektrische Ladung besitzen müssten. Wir können sie nur unter der Bedingung erklären, dass aus der Kathode selbst beide Arten von Elektrizität, nur in verschiedener Menge, austreten. Die Kanalstrahlen scheinen ausser durch ihre positive Ladung auch noch insofern mit dem Anodenlicht Aehnlichkeit zu haben, als sie wahrscheinlich infolge der Rückstosswirkung der Kathodenstrahlen kleinste Teile des Elektrodenmaterials mit sich führen (Ewers). Diese Mengen sind aber nach einer überschläglichen Rechnung so gering, dass erst in etwa 280 Stunden ein Milligramm Aluminium vom Strom entführt wird.

Die beiden Elektrizitäten unterscheiden sich in allen Formen, in denen sie auftreten können, durch ihre verschiedenen chemischen Wirkungen; der positive Strom wirkt oxydierend, dass heisst, bindet die chemischen Elemente an den Sauerstoff, der negative trennt sie von demselben. Diese selben Eigenschaften finden wir an den beiden Strahlenarten wieder: Kathodenstrahlen reduzieren, Anoden- und Kanalstrahlen oxydieren (Wehnelt).

Sehr merkwürdig sind nun die Einwirkungen eines Magnets auf diese Strahlen. Zunächst zeigt sich wieder eine völlige Verschiedenheit des positiven und des negativen Lichtes. In einer Röhre, deren Verdünnung erst auf dem Grade steht, dass das positive, geschichtete Glimmlicht noch fast den ganzen Raum zwischen den Elektroden ausfüllt, verhält dasselbe sich wie ein elastischer Faden, der zwischen den Letzteren ausgespannt ist und von dem ausserhalb der Röhre angenäherten Magnet je nach dem zugewendeten Pol angezogen oder abgestossen wird; es folgt also das ganze Band der Anziehung, soweit es mit den Elektroden in Zusammenhang bleiben kann. Dabei nimmt es unter Umständen eine merkwürdige rotierende Bewegung an, die besonderes Interesse gewinnt. Lässt man in eine Geisslerröhre einen Magnetstab ragen, der durch eine Glashülle isoliert ist und schickt nun eine Glimmlichtgarbe um ihn herum, so dreht sich diese Garbe um den Magnet. Die Erscheinung mit ihren Schichtungen, die in dem mysteriösen Lichte sich durchkreuzen und winden, bietet eine bedeutungsvolle Aehnlichkeit mit den Strahlen des Polarlichtes und es ist in der That höchst wahrscheinlich, dass dasselbe gleichen Ursachen seine Entstehung verdankt. Die Atmosphärenschichten, in denen es sich entwickelt, sind luftverdünnt, wie jene Röhren, sie müssen elektrische Ladungen mit sich führen, die unter dem Einflusse des grossen Erdmagneten stehen. Ein entsprechender Apparat, welcher das Polarlicht in überraschender Weise wiedergiebt, ist bereits in den Siebenziger Jahren von de la Rive hergestellt worden.

Auch die Kathodenstrahlen werden vom Magnet beeinflusst, aber in ganz anderer Weise. Zunächst giebt sich wieder seine völlige Unabhängigkeit von der Anode zu erkennen. Lässt man durch ein mit einem Spalt versehenes Aluminiumblech einen Streifen von Kathodenstrahlen gehen, so wird derselbe von einem Magnet so abgelenkt, als ob er eine elastisch biegsame, nur an der Kathode hängende Lamelle wäre. Die Strahlen ordnen sich immer längs einer Fläche, die von den magnetischen Kraftlinien begrenzt ist. Legen wir eine Kathodenröhre auf die einander genäherten Pole eines kräftigen Elektromagnets, so bildet das Kathodenlicht einen die beiden Pole verbindenden Bogen. Von der anderen Seite kommend bleibt das Anodenlicht in einem ganz bestimmten

Abstande von diesem Bogen und seine Schichtungen zeigen sich nicht von jenem Bogen beeinflusst.

Unter der Voraussetzung, dass die, die Kathodenstrahlen bildenden Teilchen, die Uebertragung der Elektrizität besorgen, lässt sich aus dem Einfluss der magnetischen Kraft auf dieselben ein Schluss auf das Verhältnis ihrer Ladung e zu ihrer Masse m ziehen. Bei den elektrolytischen Vorgängen in den galvanischen Batterien ist dies Verhältnis e/m überall konstant, wie schon Faraday gezeigt hatte. Dies bedeutet, dass eine elektrische Ladung umso langsamer von der einen zur anderen Seite der Batterie geführt wird, je schwerer der Stoff ist, welcher sie hinüberträgt. Das war ja auch von vorn herein zu erwarten. Findet nun zwischen den Elektroden etwas ähnliches statt, so muss sich auch hier dies Verhältnis als konstant erweisen. Je nach der Geschwindigkeit der Kathodenstrahlenteilchen wird sich ihre Ablenkbarkeit durch die magnetische Kraft richten, und diese giebt also ein Mass für jene. Nachdem Kaufmann jene Unveränderlichkeit von e/m auch für die Erscheinungen in den Hittorfröhren nachgewiesen hatte, wurde in jüngster Zeit von verschiedenen Anderen dieses Verhältnis nochmals gemessen. Dies Verhältnis e/m ist nicht die Geschwindigkeit selbst, dieselbe ist aber daraus abzuleiten. Wichert fand in neuerer Zeit diese Geschwindigkeit der Kathodenstrahlen gleich ein Drittel der Lichtgeschwindigkeit, also etwa 100 000 km. Mit dieser sehr grossen Geschwindigkeit, werden also vermutlich die Teilchen in den Kathodenstrahlen fortbewegt. Sie ist wesentlich schneller, als bei den elektrolytischen Vorgängen sich das leichteste Element, der Wasserstoff, bewegt. Die Teilchen der Kathodenstrahlen müssen also entweder wesentlich stärker geladen oder um ebensoviel kleiner sein, als ein Wasserstoffmolekül. Jedenfalls aber sind sie noch beträchtlich grösser, als die Aeteratome, die das Licht tragen, denn sie gehen nicht durch die Glaswände wie diese und die eigentlichen Träger der Elektrizität.

Eine ausserordentlich interessante und für unsere Anschauungen wertvolle Beobachtung machte Phillips an den Kathodenstrahlen. Er stellte die Elektroden aus Eisen her, sodass sie stark magnetisch gemacht werden konnten. Schickte man bei einem minimalen Gasdruck von etwa 0,008 mm Quecksilber einen elektrischen Strom durch die Elektroden, schaltete diesen wieder aus und machte gleich darauf die Elektroden magnetisch, so zeigten sich ganz merkwürdige Wirbelerscheinungen in der Röhre. Es entstanden leuchtende, rotierende Ringe, deren Axen senkrecht zu den magnetischen Kraftlinien stehen. Nach wenigen Sekunden, höchstens nach einer Minute, verschwinden die Ringe, indem sie sich immer langsamer drehen. Diese Ringe haben genau dieselbe Lage und Bewegung, wie die elektrischen Ströme, welche den Elektromagnetismus erzeugen. Wir haben sie hier sichtbar vor uns, als Nachwirkungen, die uns zugleich beweisen, dass von diesen Strömen die Materie der Kathodenstrahlen mitgerissen wird und dass diese keineswegs die hauptsächlichen Träger der Elektrizität sind.

Lässt man Kathodenstrahlen durch ein Aluminiumfenster in die freie Luft hinaustreten und im sonst dunklen Raume auf ein negativ geladenes Elektroskop fallen, so entladet sich dieses ebenso als ob es von ultraviolettem Lichte getroffen würde. Die Luft wird von den Kathodenstrahlen leitend gemacht, sodass sie jene Ladung in sich aufnehmen kann. Dies ist eine höchst seltsame Erscheinung, die bei den später zu besprechenden neuen Strahlenarten gleichfalls auftritt und noch völlig der Erklärung harrt. Das ultraviolette Licht wirkt

in diesem Sinne nur auf negative Ladungen, für die Kathodenstrahlen ist dies umso merkwürdiger, weil sie gleichfalls negative Ladungen besitzen, während wir gerade nur bei einer positiven Ladung des einen Teiles die ausgleichende Wirkung verstehen würden.

Wir sahen die Kathodenstrahlen erst bei einer gewissen Gasverdünnung erscheinen und mit fortschreitender Entleerung der Röhre immer kräftiger werden. Indess ist diese Beziehung keine stetige. Bei sehr hohen Verdünnungen nimmt die Wirkung wieder ab, und unter etwa 0,001 mm Gasdruck hört sie ohne weiteres ganz auf. Man ist heute imstande die Verdünnung noch etwa hundertfach grösser zu machen, sodass schliesslich nur noch der 76 millionenste Teil der ursprünglichen, unter dem Drucke von einer Amosphäre stehenden Gasmenge in der Röhre vorhanden ist. Man meinte nun bisher, dass die uns zu Gebote stehenden elektrischen Ströme ein so starkes Vakuum nicht mehr zu durchdringen vermöchten, dass also der leere Raum ein vollkommener Isolator sei. Wenn man nun aber nach Goldstein die Kathode weissglühend macht, so gehen auch nun wieder die Strahlen von ihr aus. Es scheint also, dass die Elektrizität nur einen grossen Uebergangswiderstand vom Metall zum leeren Raum zu überwinden hat, und von den Schwingungen der weissglühenden Kathoden hierfür die nötige Kraft entnimmt.

Lenard hat nun kürzlich (1900) einen Versuch angestellt, der uns zwingt, die Uebertragung der Elektrizität nicht, wie bisher ziemlich allgemein angenommen war, in der Hauptsache durch die kleinsten Teile der Gase besorgt anzunehmen. Lenard benützte dazu eine seiner, mit einem Aluminiumfenster versehenen Röhren, die er bis auf 0,002 mm ausgepumpt hatte, das ist eine Verdünnung, bei der in der Röhre durch einen elektrischen Strom keine Kathodenstrahlen mehr zu erzeugen gewesen wären. Leitete man nun eine gegenüber liegende Elektrode zur Erde ab, so brachen aus der vorher negativ elektrisierten Kathode regelrechte Kathodenstrahlen hervor, deren Ursprung die Bestrahlung mit ultraviolettem Lichte war. Hier haben also jene allerschnellsten Schwingungen des Lichtes, welche wir kennen, elektrische Wirkungen besonderer Art veranlasst. Die Aeterwellen des Lichtes branden zwischen den Molekülgruppen der bestrahlten Elektrode und setzen sich hier teilweise in Wellen von derjenigen, noch ungekannten Länge um, welche die elektrischen Erscheinungen erzeugen. Dies muss überhaupt bei allen Körpern geschehen, die das Licht trifft. In den meisten Fällen werden die geringen Wirkungen verdeckt, oder durch Gegenwirkung aufgehoben. Von allen Lichtarten zeigt das ultraviolette Licht die grösseste molekulare Energie, was sich zum Beispiel auch bei seinen chemisch trennenden Wirkungen zeigt. Greifen also diese schnellen Aetherbewegungen so energisch in die inneren Bewegungen der Moleküle ein, so können wir es wohl begreifen, dass gerade dieses Licht die deutlichsten elektrischen Wirkungen aufweist. In der freien Luft mag es, von den Körpern zurückstrahlend, auch die schon in ihnen befindliche Elektrizität mit sich wieder fortreissen und in der Luft verteilen. Im sogenannten leeren Raume kommen die Verhältnisse reiner zur Anschauung. Hier sahen wir die elektrischen Bewegungen der kleinsten Teile wirklich vor uns. Immer deutlicher zeigt es sich, dass die Bewegungen der Elektrizität in dem Lichtäther vor sich gehen müssen, und dass die sichtbaren elektrischen Erscheinungen nur sekundäre Vorgänge sind. Was wir insbesondere an den Kathodenstrahlen sehen oder sonst wahrnehmen, sind in der That die geringen, noch in der Röhre verbleibenden Gasmengen, die von den

Aetherwirbeln mitgerissen werden. Sie werden die elektrischen Entladungen durch ihre Bewegung zweifellos wesentlich fördern; deshalb geht der Strom zunächst leichter durch eine gasverdünnte Röhre, weil die mitwirbelnden und mitübertragenden Teilchen in dieser freier beweglich werden, dann aber wird mit sehr grosser Verdünnung der Widerstand wieder grösser, weil eben die Mithülfe des fast gänzlich entfernten Gases immer geringer wird. Daraus darf aber nun nicht der Schluss gezogen werden, dass der, nur vom Lichtäther erfüllte Raum, für Elektrizität undurchlässig sei, wie man es angenommen hatte.

Auch schon deshalb müssen die Kathodenstrahlen sekundäre Erscheinungen sein, weil sie sich nicht um die Lage der Anode kümmern. Der Ausgleich der Elektrizitäten muss doch aber zwischen den beiden Elektroden stattfinden und würde unbedingt auf dem direktesten Wege geschehen, wenn ihm nicht die, infolge ihrer Ladungen geradlinig fortgeschleuderten Gasteilchen teilweise einen anderen Weg anwiesen.



Die Polarisation des zerstreuten Himmelslichtes.

Von Dr. Christian Jensen-Hamburg.

(Schluss.)

Eine ausserordentlich eingehende Prüfung, ob und inwieweit unsere Atmosphäre als ein trübes Medium anzusehen ist, ist neuerdings von Pernter in Wien angestellt worden. Pernter stellte sich durch einen grösseren oder geringeren Zusatz von alkoholischer Mastixlösung zu Wasser trübe Medien der verschiedensten Stufen her, so dass das seitlich ausgestrahlte Licht die verschiedensten Nüancen vom tiefsten Blau bis zu einem milchigweissen Ton mit einem Stich in's Blaue aufwies. Die von Lord Rayleigh aufgestellte Theorie verlangt nun für sogenannte ideale trübe Medien, bei denen sämtliche trübende Partikel kleiner als die kleinste Wellenlänge des sichtbaren Lichtes sind, dass die Polarisation in sämtlichen Farben gleich gross ist und für den Fall, dass die Schicht dünn genug ist, erheischt diese Theorie, dass die Polarisation eine totale ist, wenn man unter einem Winkel von 90° gegen den einfallenden Lichtstrahl blickt. Bei einer stärker procentischen Mastixlösung, bei welcher also mehr und grössere trübende Partikelchen vorhanden sind, musste Pernter von vornherein erwarten, dass die Stärke der Polarisation in den verschiedenen Spektralbezirken eine verschieden grosse sei. Diese Beziehungen zu den verschiedenen Konzentrationsstufen wollte er in erster Linie untersuchen. Zunächst stellte er es ausser Zweifel, dass die Polarisation bei seinen künstlichen trüben Medien um so schwächer war, je weisslicher das Blau derselben war, d. h. je grössere störende Teilchen in denselben enthalten waren. Sodann konnte er feststellen, dass die Polarisation für die roten, grünen und blauen Strahlen fast durchweg verschieden ist, und zwar für gute und ziemlich blaue Töne, wie er sagt, derart, dass im Grün die grösste, im Rot fast durchweg die kleinste, im Blau eine zwischen der für Rot und Grün geltenden Polarisation liegende Polarisation auftritt, dass sich dagegen bei stark weisslichen Tönen des seitlich ausgestrahlten Lichtes die Verhältnisse derart verschieben, dass die Polarisation im Rot am grössten ist und mit abnehmender Wellenlänge immer kleiner wird. Ganz abgesehen von Erklärungsversuchen dieser Beziehungen der Polarisationsgrösse in den verschiedenen Spektralbezirken zu einander und zu den verschiedenen

Abstufungen der trüben Medien müssen wir hier gleich bemerken, dass Pernter in allen diesen Punkten eine absolute Uebereinstimmung zwischen Himmelslicht und seinen künstlichen trüben Medien mit absoluter Sicherheit konstatieren konnte. Pernter begnügte sich aber keineswegs damit, nach dieser Richtung hin die Analogie der trüben Medien mit dem blauen Himmelslichte dargethan zu haben, er suchte auch den Grund für dies verschiedene Verhalten bei verschiedenen Farbennüancen des diffusen Lichtes zu erforschen. Wir haben nun vorhin gesehen, dass nach Lord Rayleigh für ideale trübe Medien die Intensität des seitlich zerstreuten Lichtes umgekehrt proportional der vierten Potenz der Wellenlänge sein muss. Daher war es Pernter klar, dass das rote Licht bei niedrig procentiger Mastixlösung von relativ geringer Intensität sein müsse, und demnach schloss er, dass unter diesen Umständen das etwa noch im Experimentierraum zerstreute nicht polarisierte weisse Licht gerade die Polarisation der roten Strahlen besonders stark herabdrücken müsse. Die weiteren Versuche gaben ihm Recht, denn sobald er dafür sorgte, dass fremdes, schädliches Licht keinen Zutritt in das Gesichtsfeld des Beobachters hatte, hob sich die Polarisation im Rot. Ging er nun zu höheren Konzentrationsstufen über, so musste sich notwendigerweise die Intensität des roten Lichtes gegenüber der Intensität der übrigen Strahlen erheblich steigern. Dies zeigten auch die Experimente in überraschender Weise. Fremdes Licht konnte hier offenbar die relativ starke Polarisation im Rot nicht erklären, denn als unpolarisiertes oder jedenfalls äusserst schwach polarisiertes Licht hätte es den umgekehrten Effekt herbeiführen müssen. Pernter sucht diese Thatsache dagegen durch die Annahme zu erklären, dass in diesem Fall die Zahl der Teilchen, bei welchen der Grenzwert, der für die Giltigkeit des Rayleigh'schen Gesetzes nötig ist, überschritten wird, für die kurzwelligen blauen Strahlen grösser ist als für die langwelligen roten. Hiergegen ist offenbar nichts einzuwenden. Die umgekehrte Erscheinung jedoch, dass bei guten und ziemlich guten blauen Tönen sowohl künstlich hergestellter trüber Medien als auch des Himmels die Polarisation der kurzwelligen Strahlen eine grössere ist als diejenige der roten, ist aus der von Strutt gegebenen Theorie allein nicht abzuleiten. Nur so viel haben wir gesehen, dass sich in diesem Fall bei möglichst gutem Ausschluss fremden Lichtes die Polarisation im Rot wieder hebt, und zwar offenbar, weil eben dieses Licht nicht oder doch nur wenig polarisiert ist. Wurde dasselbe aber auch nach allen Regeln der Experimentierkunst ausgeschlossen, es blieb immer die relativ niedrige Polarisation der roten Strahlen. Diese Thatsache erheischte dringend eine Erklärung. Bei der weiteren Verfolgung dieser Erscheinung wurde nun Pernter auf den fruchtbringenden Gedanken geführt, ob vielleicht die Polarisationsgrösse von der Intensität des einfallenden Lichtes abhinge. Durch passende Blenden sorgte er dafür, dass er die Intensität der angewandten Lichtquelle nach seinem Belieben abschwächen konnte, und er gelangte dabei zu dem überraschenden Resultat, dass wirklich, jedenfalls für niedrige und mittlere Konzentrationen, die Polarisationsgrösse mit der Intensität der Lichtquelle zu- und abnimmt, und zwar „zunächst wohl nur mässig, bei grösserer Abnahme der Intensität aber rapid". Das Auffinden dieser Thatsache scheint an sich von grösster Bedeutung zu sein; wie aber soll man dieselbe erklären? Pernter selbst nimmt bei seinem Erklärungsversuch seine Zuflucht zu dem Fluorescenzlicht, das er vielfach bei seinen Mastixemulsionen bemerkt haben will. Es wird den meisten Lesern bekannt sein, dass das Fluorescenzlicht unpolarisiert ist. Dann kann man sich ja wohl denken,

dass es die Polarisation um so mehr herabdrücken muss, je schwächer die Gesamthelligkeit ist, und zwar natürlich am meisten bei der am wenigsten intensiven Farbe. So hat Pernter in der That argumentiert, ohne jedoch hiermit ein abschliessendes Urteil geben zu wollen. Die Hauptsache ist und bleibt für uns die, dass dieser sorgfältige Forscher nach dieser Richtung hin zur Genüge die Analogie zwischen einem trüben Medium und dem blauen Himmelslicht dargethan hat. Uebrigens konnte Pernter die Analogie noch nach anderer Richtung hin erweisen. So zeigten ihm seine Versuche, dass auch das Himmelsblau um so weisslicher ist, je grössere störende Partikel in der Atmosphäre enthalten sind. Er weist übrigens bei diesem Punkte darauf hin, dass die Beobachtungen des Verfassers, nach denen etwa zwei Stunden nach Mittag ein Minimum der Polarisation im Zenit eintritt, offenbar im gleichen Sinne liegen, da um diese Zeit, worauf Verfasser bereits früher hinwies, nach H. Koenig ein Minimum des Sonnenscheins vorhanden ist, weil offenbar die Trübung der Atmosphäre durch Kondensation des Wasserdampfes in dem aufsteigenden Luftstrom eine relativ starke ist. Offenbar ist von diesem Gesichtspunkte aus auch die vorhin erwähnte Thatsache zu verstehen, dass Brewster für den Fall, dass die Sonne im Horizont stand, in einem am Horizont um 90° von der Sonne entfernt liegenden Himmelspunkt eine stärkere Polarisation fand als im Zenit. In ähnlicher Weise dürften schliesslich die relativ niedrigen Polarisationswerte und die entsprechenden Erscheinungen bezüglich der neutralen Punkte, um die Zeit des Krakatauausbruchs zu erklären sein. Alles in allem genommen, haben die Untersuchungen von Pernter offenbar endgiltig genügend gezeigt, dass die Atmosphäre thatsächlich als ein trübes Medium im Sinne Lord Rayleigh's aufzufassen ist, und wir hätten es in der That kaum mehr nötig, auf die Arbeit Spring's einzugehen, welcher vor einigen Jahren die blaue Farbe des Himmels als eine Absorptionsfarbe, als eine Eigenfarbe der Luft zu erklären suchte. Uebrigens hat auch hier wieder Pernter klar und deutlich dargethan, dass die Prämissen, von denen Spring ausging, falsche waren, und dass die Gründe, welche Spring gegen die Auffassung des Himmelsblaus als der Farbe eines trüben Mediums geltend gemacht hatte, durch seine Versuche, welche ein absolut gleiches Verhalten eines trüben Mediums und der blauen Himmelsfarbe ergeben hätten, nun vielmehr zu einer mächtigen Stütze für dieselbe geworden seien. Bei dieser Gelegenheit wies er auch mit Recht darauf hin, dass, falls die blaue Himmelsfarbe Eigenfarbe der Luft sei, jedes durch dieselbe dringende Licht um so blauer erscheinen müsse, je grössere Schichten es durchsetze, d. h. je tiefer der Beobachter stehe, wogegen die von dem berühmten amerikanischen Physiker Langley vorgenommenen Messungen hinlänglich das Gegenteil bewiesen hätten.

Die bis jetzt genannten Thatsachen bezogen sich nur auf eine Prüfung der Analogie der Atmosphäre und eines trüben Mediums hinsichtlich der Polarisationserscheinungen, die allerdings wohl mit Recht von Pernter als die entscheidendste Prüfung angesehen wird. Es darf aber nicht unerwähnt bleiben, dass man auch untersucht hat, ob die Intensitäten der verschiedenen im zerstreuten Himmelslicht enthaltenen Farben in Uebereinstimmung mit dem Gesetz von Lord Rayleigh stehen und sich umgekehrt verhalten wie die vierten Potenzen der entsprechenden Wellenlängen. Diese Prüfung wurde in erster Linie von Lord Rayleigh selber vorgenommen, der eine vollauf befriedigende Uebereinstimmung zwischen Theorie und Wirklichkeit fand. Die von Vogel vorgenommenen Messungen ergaben eine erheblich schlechtere Uebereinstimmung, wogegen Crova bei seinen ausge-

dehnten Untersuchungen wieder ein recht befriedigendes Resultat fand. Die letzten eingehenden Beobachtungen wurden von dem jungen Italiener Zettewuch angestellt, der seine Ergebnisse im letztverflossenen Jahre in einer Dissertationsschrift niederlegte. Die thatsächlichen Verhältnisse wichen hier erheblich von den Forderungen der Theorie ab, wobei wir aber bemerken müssen, dass Zettewuch nach seiner Aussage unter besonders ungünstigen atmosphärischen Bedingungen seine Untersuchungen angestellt hat, da das in Betracht kommende Beobachtungsjahr in Italien auffallend regnerisch war. Mit Recht macht er daher auch darauf aufmerksam, dass man durchaus nicht von vornherein die Bestätigung der von Strutt abgeleiteten Proportionalität in der Atmosphäre erwarten dürfe, da dieselbe doch nur für ideale trübe Medien gelte, dass es vielmehr ganz selbstverständlich sei, dass die Schwankungen der Zahl und der Grösse der das atmosphärische trübe Medium zusammensetzenden Partikel zur Genüge die häufig recht grossen Abweichungen vom Rayleigh'schen Gesetze erklärten.

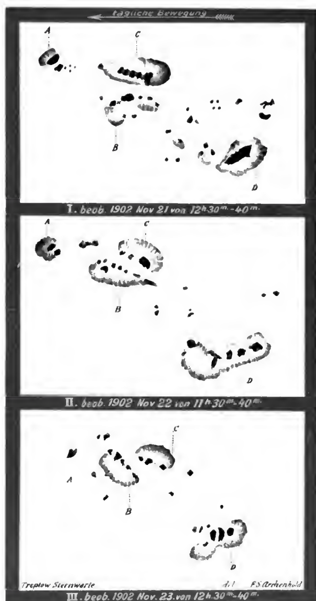
Dies ist auch zweifelsohne die einzig richtige Auffassung, und wir können bei dem heutigen Standpunkt der Wissenschaft nicht umhin, voll und ganz der von Pernter vertretenen Auffassung beizupflichten, dass „die Atmosphäre als bald mehr, bald weniger verunreinigtes trübes Medium auf die eindringenden Sonnenstrahlen wirkt, und dass daher auch die blaue Farbe des Himmels wesentlich das Blau trüber Medien ist“.

Wir stehen jetzt am Schlusse unserer Betrachtungen, die uns in der That auf ein ziemlich entlegenes Gebiet der meteorologischen Optik führten. Wir hoffen, dass wir dem Leser einen klaren und befriedigenden Einblick in die Hauptthatsachen und in die Versuche gegeben haben, welche von den Physikern und Meteorologen gemacht wurden, um die Erscheinungen zu erklären. Die Hauptfrage, wie das Zustandekommen der atmosphärischen Polarisation an sich zu erklären sei, scheint gerade durch die Untersuchungen der letztverflossenen Jahre dem Verständnisse erheblich näher gerückt zu sein. Es harren aber noch immer eine Menge Spezialfragen der Lösung, und wie es im Reiche der Wissenschaft bei Auffindung bedeutender, neuer Wahrheiten der Natur der Sache nach so häufig geschieht, so haben auch die bedeutenden Entdeckungen auf dem Gebiete der atmosphärischen Polarisation innerhalb der letzten 15 Jahre neue Fragestellungen an die Natur nötig gemacht. So muss uns zunächst noch der von Busch entdeckte Gleichlauf der mittleren Abstände der zwei neutralen Punkte von der Sonne bezw. dem antisolaren Punkt als ein Rätsel erscheinen. Vielleicht ist uns allerdings durch die erst kürzlich*) von Pernter entdeckte Beziehung zwischen Polarisationsgrösse und Intensität des eingestrahlten Lichtes bezüglich dieser Frage ein Fingerzeig gegeben; dafür aber thut sich sofort die neue Frage nach dem innersten Grund eben dieser Wechselbeziehung auf. Wir hoffen aber dargethan zu haben, dass dieses ganze Gebiet der atmosphärischen Polarisation ebenso anregend und hochinteressant, wie es in manchen Stücken schwierig ist und der Verfasser hat seinen Zweck erreicht, wenn durch die vorliegenden Zeilen auch mancher Laie sich bewogen fühlen sollte, mit Bausteine zu diesem stolzen Bau zusammenzutragen.

*) Siehe J. M. Pernter, Untersuchungen über die Polarisation des Lichtes in trüben Medien und des Himmelslichtes mit Rücksicht auf die Erklärung der blauen Himmelsfarbe. Denkschriften der mathem.-naturw. Ges. der Wiener Akademie der Wissenschaften, LXXIII, pag. 301—328.

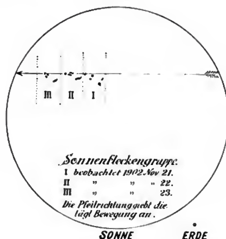
Für die Schriftleitung verantwortlich: F. S. Archenhold, Treptow-Berlin; für den Inseratenteil: C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin W.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

Fig. 1.



Sonnenfleckengruppe
gezeichnet von F. S. Archenhold am grossen Refractor der Treptow-Sternwarte.
1902, November 21.—23.

Fig. 2.



Sonnenfleckengruppe
gezeichnet von F. S. Archenhold am Sucher der Treptow-Sternwarte.
1902, November 21.—23.

Fig. 3.



Sonnenfleckengruppe
gezeichnet von F. S. Archenhold am grossen Refractor und Sucher der Treptow-Sternwarte.
1902, November 25.

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

3. Jahrgang 5. Heft. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte. **1902 December 1.**

Verlag von C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin.

Diese Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. — Abonnementspreis vierteljährlich Mark 2.— (Ausland Mark 2.50), einzelne Nummer 50 Pfg. franko durch den Verlag, Berlin W. 35, Schöneberger Ufer 43, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungspreisliste 11. Nachtrag 7814 a).

INHALT.

Ueber eine grosse Sonnenfleckengruppe in hoher Breite, 1902, November 21.—25.

Von F. S. Archenhold.

Das diesmalige Minimum der Sonnenflecken zieht sich immer mehr in die Länge. Es hätte eigentlich schon im Jahre 1900 beendet sein sollen. Eine ausgedehnte Sonnenfleckengruppe in hoher heliographischer Breite am 5. März 1902, über welche ich schon früher (s. „Weltall" Jg. 2, S. 149) berichtet habe, liess damals erwarten, dass das Minimum zu Ende sei. Sonnenflecken, welche weit nördlich oder südlich vom Aequator auftreten, sind immer Ausnahmen und leiten zumeist eine höhere Sonnenthätigkeit ein.

Eine solche seltene Gruppe ist von mir wieder am 20. November 1902 auf der Sonne (in hoher nördlicher Breite) gesehen worden. Ich habe diese Gruppe am grossen Refraktor der Treptow-Sternwarte (68 cm Oeffnung und 21 m Brennweite) und am Sucher desselben (10 cm Oeffnung und 1 m Brennweite) in Projektion an 4 Tagen gezeichnet. Hierüber soll in Folgendem berichtet werden:

Ausser in Projektion kann man die Sonne auch direkt unter Benutzung von Blendgläsern, Helioskopen etc. beobachten. Von diesen beiden Arten der Sonnenbeobachtung benutzen wir auf der Treptow-Sternwarte zumeist die erstere, weil sie vielen Personen auf einmal die Beobachtung der Sonnenflecken ermöglicht und weil sie Gefahren, welche mit der direkten Beobachtung verbunden sind, vermeidet. Durch das Springen von Blendgläsern ist Gallilei's Auge geschwächt und noch manches andere Unheil angerichtet worden. Wir haben daher vor dem Okular auf 3 Stangen verschiebbar ein Brett mit Kartonüberzug angebracht, um durch Annäherung und Entfernung dieser Projektionsfläche vom Okular verschiedene Vergrösserungen erzielen zu können. Wenn Wolkenschleier die Sonne

verhüllen, so ist es auf diese Weise möglich, durch Annäherung des Schirmes ans Okular ein kleineres aber schärferes und lichtstärkeres Bild zu erhalten. Ausserdem dient noch eine Irisblende, welche am Objektivende angebracht ist und vom Okular durch eine 21 m lange Stange und ein Hooke'sches Gelenk gehandhabt wird, zum beliebigen Oeffnen und Schliessen des Objektivs. Zumeist benutzen wir bei der Sonnenbeobachtung 30 cm Oeffnung. Wenn jedoch Wolken das Bild der Sonne schwächen, so wird die Irisblende weiter geöffnet; auch der Sucher lässt sich abblenden.

Ende November erreicht die Sonne um die Mittagszeit nur eine Höhe von 17 bis 18° über dem Horizont und ist daher oft verschleiert. So war es auch an den Beobachtungstagen, an denen die in der Doppelbeilage abgebildeten Zeichnungen angefertigt sind. Nachdem ich am 21., 22. und 23. November die Sonnenfleckengruppe gezeichnet hatte und es am 24. November sich bezog, gab ich die Zeichnungen in die Reproduktionsanstalt (s. Fig. 1 und 2), um sie noch diesem Hefte beilegen zu können. Da es am 25. November wieder klar wurde und ich die Fleckengruppe noch einmal zeichnen konnte, musste sie bei der Reproduktion in einer besonderen Fig. 3 abgebildet werden.

Auf allen 3 Zeichnungen bedeutet die Pfeilrichtung die tägliche Bewegung, d. h. die Richtung, die die Fleckengruppe auf der Projektionsfläche einschlägt, wenn das Uhrwerk ausgeschaltet wird.

Die genauen Zeiten der Zeichnungen sind:

I.	1902, (Freitag)	Nov. 21.	von	$12^h\ 30^m$ bis 40^m
II.	„ (Sonnabend)	„ 22.	„	$11^h\ 30^m$ bis 40^m
III.	„ (Sonntag)	„ 23.	„	$12^h\ 30^m$ bis 40^m
IV.	„ (Dienstag)	„ 25.	„	$12^h\ 50^m$ bis $1^h\ 0^m$

Solche Sonnenzeichnungen sind recht schnell anzufertigen, wenn sie einen Moment des Bildes festhalten sollen. Zeichnet man länger als eine Viertelstunde, so können schon Veränderungen hineinspielen, die successive auftreten, sodass nachher die Bilder schwer mit einander zu vergleichen sind. Natürlich müssen die Zeichnungen unmittelbar nach der Beobachtung für die Reproduktion sauber ausgeführt werden. Da wir unser Institut vom 21. bis 23. November bereits von 10 Uhr vormittags an für alle die, welche diese interessante Gruppe sehen wollten, geöffnet hatten, so gebot sich schon von selbst eine möglichst schnelle Anfertigung der Zeichnungen.

Figur 1 zeigt uns die Grösse der Sonnenfleckengruppe, entworfen vom grossen Refraktor, und Figur 2 Grösse und Stand der Sonnenfleckengruppe, entworfen vom Sucher. Auf Figur 3 sind beide Bilder vereinigt. Man sieht deutlich an diesen Zeichnungen die Wirkungen der 26 tägigen Rotation der Sonne. Am 21. November bemerken wir die Fleckengruppe unweit der Mitte und am 25. November bereits am Westrande. Je mehr die Flecke nach dem Rande wandern, umsomehr werden sie perspektivisch zusammengedrängt und verzerrt.

Der Unterschied des Bildes im kleinen und grossen Fernrohr tritt durch Vergleich besonders deutlich hervor. Auf den Zeichnungen sieht man

am 21. Nov.	(I)	5 Flecken	mit dem Sucher,	39 Flecken	mit dem grossen Refraktor,
„ 22. „	(II)	4 „	„ „ „	30 „	„ „ „ „
„ 23. „	(III)	4 „	„ „ „	24 „	„ „ „ „
„ 25. „	(IV)	4 „	„ „ „	11 „	„ „ „ „

Und welche Fülle von Einzelheiten erscheinen noch auf den letzteren Zeichnungen in den Höfen, die die Kernflecke umgeben. Man bedenke, dass die

Erde, in gleichem Masstabe gezeichnet, nur 11 mm gross wäre. Beim Vergleich dieser Abbildungen muss man zu der Ueberzeugung kommen, dass der Bau grosser Fernrohre ungemein wichtig ist.

Wenn wir die grösseren Flecke mit *A*, *B*, *C*, *D* bezeichnen, so sehen wir zunächst auf Figur 1, dass *A* schnellen Veränderungen unterworfen war. Die 4 kleinen Flecke, welche zwischen *A* und *C* auf I sichtbar werden, sind auf II bereits verschwunden. Dafür hat sich zwischen *A* und *C* auf II ein neuer Fleck mit 3 Kernen und einem Hofe gebildet. *C* scheint eine besondere Bewegung gemacht zu haben, und zwar hat sich diese Gruppe von *A* immer mehr entfernt. Ich muss es dem Leser selbst überlassen, durch Vergleichung der verschiedenen Bilder alle diese Veränderungen sich selbst aufzusuchen. Ich will jedoch noch erwähnen, dass die Gruppe, welche wir oberhalb *D* auf I bemerken, auf II bereits so klein geworden ist, dass sie mit dem Sucher nicht mehr zu sehen ist. Daher konnten wir auf der Zeichnung I mit dem Sucher 5, auf der Zeichnung II nur 4 Gruppen bemerken. Der Kern des Fleckes *D* ist einer besonders starken Auflösung unterworfen gewesen.

Es ist eine Eigentümlichkeit, dass, wenn sich eine Fleckengruppe dem Rande nähert, um sie herum die Fackeln sichtbar werden. Ich habe versucht, auch diese Fackeln durch die Zeichnung festzuhalten, jedoch bemerke ich, dass es die schnelle Veränderung der Fackelgruppen unmöglich macht, all die feinen Verästelungen derselben im Bilde wiederzugeben. Daher sind auf Zeichnung IV nur die intensiveren Partien der sichtbaren Fackeln verzeichnet worden. Ich will noch besonders bemerken, dass der lange Faden, welcher auf der oberen Gruppe rechts bei IV gezeichnet ist, fast plötzlich um $12^h\,55^m$ sichtbar geworden ist. Eine genaue Identifizierung der verschiedenen Flecke auf Bild IV mit Bild III ist dadurch erschwert, dass zwei Tage zwischen den Zeichnungen liegen, weil, wie schon erwähnt, am 24. November die Sonne wegen bewölkten Himmels nicht beobachtet werden konnte.

Das Areal, welches diese interessante Fleckengruppe bedeckt, kann der Leser ermessen, wenn er in Fig. 2 das nur $^3/_4$ mm grosse Bild der Erde mit der Gruppe I derselben Figur vergleicht. Es darf nicht vergessen werden, dass der Durchmesser der Sonne 1 392 100 km und der der Erde nur 12 756 km beträgt. Hiernach hatte die Fleckengruppe eine Ausdehnung von etwa 125 000 km Durchmesser, sodass ca. 10 Erdkugeln neben einander gelegt, erst diese Fleckengruppe in der Längsrichtung bedecken würden. Dieses Eruptionsfeld muss am 19. November den mittleren Sonnenmeridian passiert haben und wird, wenn sich inzwischen die Fleckengruppe nicht auflöst, am 8. Dezember wieder am Ostrand der Sonne sichtbar werden.

Das durch den Sucher entworfene Bild der Sonne betrug auf dem Schirm 7,5 cm, das durch den grossen Refractor entworfene $1^1/_4$ m, d. h. die Flecken erschienen auf dem mit dem grossen Refractor entworfenen Bilde 16,7 mal so gross als auf dem durch den Sucher entstandenen.

Wir müssen uns die Entstehung der Sonnenflecke durch eruptive Kräfte oder Gleichgewichtsstörungen im Gasball der Sonne erklären. Wenn wir uns vorstellen, dass das, was wir auf der Sonne beobachten, in einer Entfernung von 150 Millionen Kilometern vor sich geht, so bekommen wir erst den richtigen Massstab für die Umwälzungen, welche mit dem Auftreten eines Sonnenfleckens im Sonnenkörper und in der Sonnenatmosphäre verbunden sein müssen. Wie verschwinden hiergegen die kleinen Eruptionen, welche noch dann und wann

auf unserer Erde vor sich gehen. Würden wir die Erde aus derselben Entfernung im Raume betrachten und würden aus allen Punkten der Erde Flammen emporzüngeln, so würde dieses Ereignis erst, wie aus Figur 2 hervorgeht, in demselben Massstabe auf der Sonne als ein Fleck von 0,7 mm erscheinen.

Die Unsichtbarkeit der Fackeln für das Auge auf der Mitte der Sonnenoberfläche erklärt sich sehr wahrscheinlich dadurch, dass die von ihnen ausgesandten Strahlengattungen viel weniger absorbiert werden als die der anderen Gebilde auf der Sonne. Nur so ist es zu verstehen, dass trotz der grossen Absorption am Rande gerade Fackeln, wohl durch Kontrastwirkung, besonders deutlich hervortreten.

Die vielen Rätsel, welche das Auftreten und die Veränderung der Flecken und Fackeln noch darbieten, werden sich am besten lösen lassen, wenn recht viele Zeichnungen solcher Gebilde angefertigt und verglichen werden.



Wie pflanzen sich die Erdbebenwellen fort?

Von Aug. Sieberg-Aachen.

Auf diese wichtige, weil sich mit dem inneren Wesen der seismischen Wellen befassende Frage eine endgültige und allseitig zufriedenstellende Antwort zu erteilen, ist gegenwärtig nicht möglich. Trotzdem oder vielmehr gerade deshalb dürfte es am Platze sein, das bis jetzt Erreichte einmal zusammenzustellen, umso mehr, als ihre Lösung augenblicklich mehr denn je bei der Fachwelt im Brennpunkte des Interesses steht, und jeder Tag neue bedeutsame Aufschlüsse bringen kann.

Zu Anfang des verflossenen Jahrhunderts trachtete man dem Problem auf rein spekulative Weise beizukommen, wie es ja damals überhaupt noch nicht anders möglich war; erwähnt seien nur die diesbezüglichen Arbeiten von Gay-Lussac[1]), R. Mallet[2]), W. Hopkins[3]) G. Wertheim[4]), O. Volger[5]), Fr. Wähner[6]) und A. v. Lasaulx[7]), welche fast ebenso viele gegen einander verschiedene Theorien darstellen. Anders gestaltete sich die Sache, als etwa um das Jahr 1880 herum die instrumentelle Beobachtung der seismischen Erscheinungen zu allgemeinerer Aufnahme gelangte, vor allem aber, als v. Rebeur-Paschwitz den Nachweis erbrachte, dass man bei genügender Empfindlichkeit der Beobachtungsmittel auch Diagramme von sehr weit entfernten Erdbeben, z. B. japanischer Erdbeben in Strassburg, gewinnen könne. Denn gerade die Fernbeben gestatten eine weit sicherere Beurteilung der Natur der Erdbebenwellen als die Nahbeben, weil ihre Diagramme nicht unter den verwirrenden sekundären Einflüssen des

[1]) *Annales de Chimie, Vol. XXII, pag. 428.*

[2]) R. Mallet. „*On the dynamics of earthquakes*" in *Transactions of the Royal Irish Academy, Vol. XXI.*

[3]) W. Hopkins, „*Report on the geological theories of elevation and earthquakes*", in *Reports of the British Association, 1847.*

[4]) G. Wertheim. „*Mémoire sur la propagation du mouvement dans les corps solides et dans les liquides*" in *Annales de Chimie et Physique, série 3, XXXI.*

[5]) O. Volger, „Untersuchungen über das Phänomen der Erdbeben in der Schweiz", Gotha 1858, S. 425 ff.

[6]) Fr. Wähner, „Das Erdbeben von Agram am 9. November 1880" in Wiener Ber. 1883, Bd. 88 I.

[7]) A. v. Lasaulx, „Die Erdbeben" in Kenngott's Handwörterbuch der Mineralogie I.; sowie „Das Erdbeben von Herzogenrath am 22. Oktober 1873", Bonn 1874.

Epicentrums zu leiden haben und somit eine grössere Gesetzmässigkeit aufweisen. Jetzt war die Möglichkeit gegeben, den von den früheren Theorien geforderten Bewegungsarten instrumentell nachzuspüren. Aber der Erfolg der Untersuchungen sollte den an sie geknüpften Erwartungen nicht entsprechen.

Bekanntlich zerfallen die instrumentellen Aufzeichnungen eines Erdbebens in verschiedene Phasen, welche allgemein nach der von Omori[8]) aufgestellten Einteilung wie folgt benannt werden: „Vorphase oder *preliminary tremors*, Hauptphase oder *principal portion*, und Endteil oder *end portion*". Die Vorphase, welche bei Fernbeben 2 getrennte Serien zeigt, deren Ausschläge nach dem Ende hin meistens abnehmen, besteht aus Schwingungen mit kleiner Amplitude und kurzer Periode. Die mit mehr oder minder scharfem Einsatze auftretende Hauptphase bringt grössere, gewöhnlich sogar die grössten Schwingungen (*Maximum* der *Amplitude*) von längerer Periode; sie wird zergliedert in eine Einleitungs- oder Initial-Phase, eine langsame und eine raschere Periodenphase.

Nach dem derzeitigen Stande der Wissenschaft werden die Vorläufer allgemein für longitudinale Schwingungen gehalten, welche sich durch das Innere der Erde hindurch fortpflanzen, sodass also diese Frage als abgeschlossen zu betrachten sein dürfte. Aber über die Natur der langen Wellen herrschen geteilte Ansichten. Auf die einzelnen Theorien[9]), welche an die Namen v. Rebeur-Paschwitz, Ewing, Gray, Milne, Cancani, Agamemnone, Vicentini, Grablovitz, Suess, Belar, Ehlert, Schmidt, Omori und Schlüter geknüpft sind, sämtlich näher einzugehen, würde zu weit führen, umsomehr, als einzelne der Genannten im Laufe der Zeit verschiedentlich ihre Ansichten änderten; hier seien nur einige erörtert, welche jetzt im Vordergrunde stehen und deshalb besonders von sich reden machen.

Im allgemeinen lassen sich trotz mancher prinzipieller Verschiedenheiten zwei Haupthypothesen feststellen, von denen die eine ziemlich allgemein angenommen ist, während die andere allein von Omori aufgestellt wurde und neuerdings in W. Schlüter einen Verfechter fand.

Der ersten Hauptgruppe ist im Grossen und Ganzen die Ansicht gemeinsam, dass es sich um transversale Oberflächenwellen (Neigungen) handele, die gleich sind oder wenigstens Aehnlichkeit besitzen mit den Meereswellen. Demzufolge schwillt also jeweils ein Teil der Erdoberfläche an, wodurch sich die darauf befindlichen Gegenstände etwas heben und neigen, wie es die Wogen mit einem Schiffe thun. Diese Wellen, welche die Normale der Erdoberfläche gegen die Schwererichtung periodisch schwanken machen, werden verschiedentlich als Gravitationswellen (Milne), elastische Transversalschwingungen (Cancani), Fallwellen (Volger) oder als auf noch andere Weise[10]) entstanden gedacht. Mit dieser Hypothese lassen sich fast alle Fragen gut beantworten, welche sich aus seismischen Bildern ergeben.

[8]) Omori: „*Horizontal pendulum observations of earthquakes, July 1898 to December 1899. Hongo, Tokyo*". No. 5, S 11 der *Publications of the Earthquake Investigation Committee in Foreign Languages, Tokyo 1901.* Vergl. auch A. Sieberg: „Japanische Erdbebenstudien" im Jahrgang 1902 der „Naturwissenschaftlichen Rundschau", S. 373.

[9]) W. Schlüter giebt in seiner späterhin citierten Untersuchung den Inhalt der einzelnen Theorien kurz wieder.

[10]) Einen einfachen Erklärungsversuch, der durch ein Experiment erprobt werden könnte, beschreibt A. Belar in „Laibacher Erdbebenstudien", Laibach 1899, S. 17.

Als ein Beispiel für die Auffassung dieser Richtung, das sich durch Klarheit und leichte Verständlichkeit auszeichnet, sei ein Versuch Belar's[11]) mitgeteilt, die verschiedenen durch seismische Ereignisse hervorgerufenen Bewegungsarten von dem Orte der Entstehung, sowie den Verlauf der verschiedenen seismischen Wellen auf der Erdoberfläche weiter zu verfolgen. Diese einfache Erklärung für die Verschiedenartigkeit der Aufzeichnung in den einzelnen Phasen verdient die grösste Beachtung, selbst wenn sie im Laufe der Zeit nach der einen oder anderen Richtung hin eine Aenderung erheischen sollte.

„Der Einfachheit halber nehmen wir den Herd der Erschütterung punktförmig an, und aus dem gleichen Grunde soll auch der Verlauf der Erdwellen in einer linearen Richtung hin nur in einem Sinne verfolgt werden. Eine schematische Zeichnung, Fig. 1, möge das Gesagte veranschaulichen. Das Stosscentrum ist mit F bezeichnet. Die Linie xy soll uns einen Teil der Erdoberfläche darstellen; die 5 Kreisbögen veranschaulichen ebenso viele Kugelwellen, welche in verschiedenen Zeitabschnitten zur Erdoberfläche austreten werden. Die Strecke $a\,a'$ umfasst das Epicentrum und $a\,b$ eine zweite Zone, wo die Erschütterung noch makroseismisch wahr-

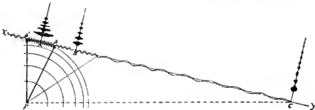


Fig. 1.

genommen wird; C bezeichnet eine mikroseismische Station, die etwa 1000 km von der erschütterten Zone $a\,b$ entfernt gelegen wäre. Beobachtungsstationen wären auch im makroseismisch erschütterten Gebiete in A und in B. Angenommen, dass im Momente einer Erdbebenkatastrophe Kugelwellen mit longitudinaler Schwingung von F ausstrahlen, so werden dieselben zuerst auf dem kürzesten Wege bei $a\,a'$ aus der Erde austreten und im bezeichneten Gebiete ebenso viele sehr starke transversal schwingende Oberflächenwellen erzeugen, die sich nun nach allen Richtungen längs der Erdoberfläche ausbreiten werden. Gleich darauf erreichen die Kugelwellen mit verminderter Intensität innerhalb der Zone $a\,b$ die Erdoberfläche, wo sie etwas schwächere Oberflächenwellen auslösen werden. Entsprechend der Fortpflanzungsgeschwindigkeit werden die Kugelwellen von F in einem späteren Zeitpunkte auch den Punkt C treffen. Am Epicentrum $a\,a'$ wird nur eine Bewegungsart dem Menschen bemerkbar, die als Stösse von unten nach oben empfunden werden. In der Nachbarzone $a\,b$ werden aufmerksame Beobachter eine Zitterbewegung oder einen Stoss und dann einzelne Schwankungen wahrnehmen. In C werden von Menschen keine Bodenbewegungen mehr bemerkt. Die Kugelwellen, die von F ausgehen, wollen wir Erdwellen, und die durch diese ausgelösten transversalen Wellen Oberflächenwellen nennen. In der Zone $a\,a'$ kommen nur die Wirkungen der Erdwellen zum Ausdrucke, deren

[11]) A. Belar, „Erdbebenbeobachtungen an der Laibacher Erdbebenwarte", Beilage B. IX der Verhandlungen der vom 11. bis 13 April 1901 zu Strassburg abgehaltenen I. internationalen seismologischen Konferenz, S. 326 bis 329.

Schwingungszahl 20 und mehr in der Sekunde beträgt. In der Nachbarzone *a b* beobachten wir zweierlei Wellenarten, erstens die Effekte der Erdwellen, und bald darauf breiten sich Oberflächenwellen aus, die von der Zone *a a'* ausgegangen sind und bereits eine längere Schwingungsdauer angenommen haben. Wie werden sich nun diese Bewegungen an den Instrumenten einzeichnen? Im makroseismischen Gebiet an der Station *A* erhalten wir ein Bild, an welchem unvermittelt der Hauptausschlag an erster Stelle auftritt; für den angenommenen Fall, dass 5 Kugelwellen von *F* ausgegangen sind, werden sich dieselben in der Form weiterer Phasenbewegungen einzeichnen. An der Station *B* erscheint am Diagramme eine kurze einleitende Vorphase, dann ein rasches Anschwellen zum Maximum, worauf in etwas weiteren Abständen die einzelnen Bewegungsgruppen auftreten werden. An der mikroseismischen Station wird, wie leicht erklärlich, ein etwas komplizierteres Bild am Instrument sich einzeichnen. Hier wird bereits einige Minuten andauernd eine kurze Zitterbewegung das Diagramm einleiten (Vorphase, Impulse der Erdwellen), worauf infolge der viel langsameren Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Oberflächenwellen zuerst die Oberflächenwellen aus der Zone *a b* die zweite Vorphase bilden, und bald darauf wird das Hauptbild des Diagrammes mit den grössten Ausschlägen auftreten; es sind dies die Ausläufer der Oberflächenwellen aus der stärkst erschütterten Zone *a a'*. Noch ist das Diagramm nicht zu Ende, eine Reihe von Bewegungsgruppen ganz ähnlich den 5 Gruppen, wie sie instrumentell in Zone *a a'* gemessen wurden, scheinen sich oft in regelmässigen Intervallen zu wiederholen. Das vollständige Ausklingen derselben ist oft nur schwer zu bestimmen, sodass wir annehmen dürfen, wenn wir mit noch stärkerer Vergrösserung die Bodenwellen messen würden, diese Wiederholungen noch häufiger nachweisen zu können. In der regelmässigen Wiederkehr dieser Wellenart liegt nun auch die Erklärung: es dürften Reflexe der Oberflächenwellen sein, die da und dort an den Gebirgsmassiven zurückgeworfen werden, welche sich dann als Nachzügler an den Instrumenten einzeichnen. Weitere vergleichende Studien, die an verschiedenen Punkten der Erde gemacht werden, dürften gewiss auch zu Tage bringen, dass die Konfiguration des Bodens oft bestimmend sein wird für den Typus eines Diagrammes. So kann man nun auch leicht einsehen, warum vom selben Orte Diagramme sich untereinander ähnlich sehen werden. Noch einer Wellenart wäre zu gedenken, die nur bei Fernbeben beobachtet wurde; das sind die langen sinusartigen Wellen, welche am Endteil des Diagrammes auftreten. Auch für diese ist eine Erklärung leicht gegeben; es dürften das jene Oberflächenwellen sein, die den Weg im entgegengesetzten Sinne längs der Erdoberfläche genommen haben. Dass sie sehr weiten Ursprungs sind, dafür spricht schon ihre lange Schwingungsdauer." (Schluss folgt.)



Ueber die Wahrnehmung der partiellen Sonnenfinsternis am 31. Oct. 1902 mittels lichtempfindlicher Selenzelle.

Von Ernst Ruhmer.

Schon seit Monaten habe ich die Lichtempfindlichkeit meiner neuen Selenzellen dazu benutzt, die tägliche Helligkeitskurve festzustellen. Bekanntlich ändert sich die elektrische Leitfähigkeit einer lichtempfindlichen Zelle mit der Beleuchtung. Man braucht also nur eine dem Tageslicht ausgesetzte Selenzelle

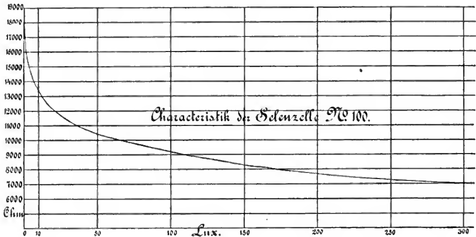
Fig. 1.

mit einem registrierenden empfindlichen Strommesser zu verbinden, um aus den erhaltenen Strom- resp. Widerstands-Werten und der Abhängigkeit von Widerstand und Beleuchtung der verwendeten Zelle die gewünschte Helligkeitskurve festzustellen. Bei meinen Versuchen benutzte ich eine meiner früher bereits in Heft 24, Jg. 2 dieser Zeitschrift beschriebenen Zellen in Verbindung mit einem empfindlichen Milliampèremeter mit Ohmskala, das ich in einfachster Weise mit Funkenregistrierung versehen hatte.

In Figur 1 z. B. ist die auf diesem Wege erhaltene Widerstandskurve meiner Selenzelle No. 100 während des 11. Mai d. J. reproduciert.

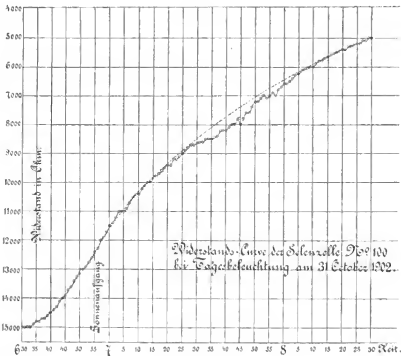
Aus der in Fig. 2 dargestellten Charakteristik der betreffenden Selenzelle kann man leicht die registrierten Widerstandswerte in entsprechende Helligkeitswerte umwerten, worauf jedoch an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden soll. Mit welcher Präcision die Zelle auf Tageslichtschwankungen reagiert, zeigen deutlich die starken Schwankungen am Nachmittag zwischen 2 und 5 Uhr, welche durch kleine Wolken verursacht wurden. Die entsprechenden Helligkeitsschwankungen sind noch bedeutend grösser (sie betragen Tausende von Lux.), da sich die Zelle bei der verhältnismässig starken Beleuchtung auf einem ungünstigen Teil der Empfindlichkeitskurve befindet. Für diese Zwecke wäre eine „harte“ Zelle bedeutend geeigneter gewesen, wie ich bereits

Fig. 2.



19000
18000
17000
16000
15000
14000
13000
12000
11000
10000
9000
8000
7000
6000
Ohm
Characteristik der Selenzelle No 100.
0
10
50
100
Lux.
150
200
250
300

Fig. 3.



4000
5000
6000
7000
8000
9000
10000
11000
12000
13000
14000
15000
Widerstand in Ohm
Sonnenaufgang
Widerstands-Curve der Selenzelle No 100
bei Tagesbeleuchtung am 31 October 1902.
6 30 35 40 45 50 55 7 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 8 5 10 15 20 25 30 Zeit.

an anderer Stelle gelegentlich der Unterscheidung zwischen „weichen“ und „harten“ Zellen hervorgehoben habe*).

Um die Brauchbarkeit der eben angegebenen Registriermethode für astronomische Zwecke zu prüfen, bot die am 31. October d. J. stattgefundene partielle Sonnenfinsternis eine geeignete Gelegenheit. Nachdem es an diesem Tage nachts in Berlin geregnet hatte, war es während der Finsternis stark neblig, so dass von einer visuellen Beobachtung nicht die Rede sein konnte, und ich mir von meinem Vorhaben wenig Erfolg versprach.

Trotzdem habe ich mit Hilfe der oben beschriebenen Anordnung den Einfluss der teilweisen Bedeckung der Sonnenscheibe wahrzunehmen versucht und möchte im Folgenden kurz über die Resultate meiner indirecten Beobachtung berichten.

Die Selenzelle No. 100 wurde um 6 Uhr Morgens auf dem Dache meines Wohnhauses in geeigneter Weise befestigt und mit dem Registrierinstrument verbunden.

Die regelmässige Registrierung erfolgte von $6^h\ 30^m$ (Berliner Normal-Zeit) minutlich.

In Tabelle I sind die betreffenden Widerstandswerte der Zelle zwischen $6^h\ 30^m$ — $8^h\ 30^m$ eingetragen.

Fig. 3 giebt eine graphische Darstellung in etwas grösserem Massstabe als Fig. 1. Man sieht deutlich, dass die Widerstandskurve von ihrem normalen Verlaufe, der punktiert eingezeichnet ist, zwischen $7^h 20^m$ — $8^h\ 10^m$ etwas abweicht, was durch die verminderte Beleuchtung während der Finsternis zu erklären ist. Das Maximum der Abweichung der mittleren Kurve der beobachteten Werte von der normalen Kurve liegt etwa um $7^h\ 40^m$ und beträgt etwa 300 Ohm. Die Beleuchtung betrug zu dieser Zeit, wie sich aus der Charakteristik der Selenzelle ergiebt, etwa 170 Lux., hätte normaler Weise aber ca. 190 Lux. betragen müssen, was einer maximalen Abweichung, resp. Verfinsterung von ca. 10% entspricht, also verhältnismässig sehr gering ist.

Grade der dichte Nebel, der eine visuelle Beobachtung vereitelte, begünstigte offenbar vorstehend beschriebenes Experiment, insofern er die heftigen Helligkeitsschwankungen, die, wie wir in Fig. 1 gesehen haben, bei klarem Wetter infolge vorbeiziehender Wolken etc. einzutreten pflegen, ausschaltete und infolge einer gleichbleibenden Absorption die verhältnismässig verschwindend geringe Helligkeitsverminderung während der partiellen Finsternis wahrnehmbar machte. Ohne die erhaltenen Resultate in astronomischer Beziehung zu beleuchten — vielleicht hat Herr Direktor Archenhold im Anschluuss an diese Mitteilung diese Freundlichkeit — glaube ich doch, dass aus diesem ersten Versuche — die Methode ist übrigens nach jeder Richtung hin verbesserungsfähig — die Bedeutung der Lichtempfindlichkeit der Selenzellen für die Astronomie klar hervorgeht.

Zum Schluss sei erwähnt, dass, wie mir kürzlich von Herrn Prof. Dr. Kalischer mündlich mitgeteilt wurde, Herr Direktor Archenhold selbst bereits im Jahre 1890 Helmholtz den Vorschlag unterbreitete, Selenzellen zur genauen Bestimmung der Eintrittszeit von Sterndurchgängen und Bedeckungsphänomenen zu bestimmen. Ferner hat Minschin im Jahre 1896 eine andere Wirkung der Selenzellen, die photoelektromotorische mit Erfolg zur Photometrierung der Licht-

*) Vergl. E. Ruhmer, Physikalische Zeitschrift III. No. 20, S. 468 bis 474, 1902.

intensität des Sternenlichts benutzt*). Vielleicht komme ich nächstens auch auf letzteren Punkt an Hand eigener Beobachtungsresultate zurück.

Tabelle I.

Zeit	Widerstand in Ohm	Zeit	Widerstand in Ohm	Zeit	Widerstand in Ohm	Zeit	Widerstand in Ohm
6^{30}	15 000	7	11 500	7^{30}	8 650	8	6 600
6^{31}	15 000	7^{1}	11 400	7^{31}	8 600	8^{1}	6 600
6^{32}	15 000	7^{2}	11 200	7^{32}	8 600	8^{2}	6 500
6^{33}	15 000	7^{3}	11 000	7^{33}	8 500	8^{3}	6 400
6^{34}	14 900	7^{4}	11 000	7^{34}	8 500	8^{4}	6 300
6^{35}	14 800	7^{5}	11 000	7^{35}	8 500	8^{5}	6 250
6^{36}	14 800	7^{6}	10 900	7^{36}	8 450	8^{6}	6 150
6^{37}	14 700	7^{7}	10 700	7^{37}	8 400	8^{7}	6 100
6^{38}	14 700	7^{8}	10 500	7^{38}	8 200	8^{8}	6 050
6^{39}	14 600	7^{9}	10 400	7^{39}	8 200	8^{9}	6 000
6^{40}	14 500	7^{10}	10 400	7^{40}	8 200	8^{10}	6 000
6^{41}	14 400	7^{11}	10 200	7^{41}	8 100	8^{11}	5 900
6^{42}	14 300	7^{12}	10 100	7^{42}	8 000	8^{12}	5 800
6^{43}	14 100	7^{13}	10 000	7^{43}	8 000	8^{13}	5 800
6^{44}	14 000	7^{14}	10 000	7^{44}	7 800	8^{14}	5 700
6^{45}	13 900	7^{15}	9 800	7^{45}	8 000	8^{15}	5 650
6^{46}	13 700	7^{16}	9 800	7^{46}	7 800	8^{16}	5 600
6^{47}	13 600	7^{17}	9 700	7^{47}	7 600	8^{17}	5 550
6^{48}	13 400	7^{18}	9 600	7^{48}	7 600	8^{18}	5 500
6^{49}	13 250	7^{19}	9 500	7^{49}	7 400	8^{19}	5 450
6^{50}	13 000	7^{20}	9 400	7^{50}	7 200	8^{20}	5 400
6^{51}	13 000	7^{21}	9 400	7^{51}	7 200	8^{21}	5 400
6^{52}	12 900	7^{22}	9 200	7^{52}	7 100	8^{22}	5 300
6^{53}	12 750	7^{23}	9 200	7^{53}	7 000	8^{23}	5 300
6^{54}	12 600	7^{24}	9 100	7^{54}	7 100	8^{24}	5 250
6^{55}	12 400	7^{25}	9 000	7^{55}	7 000	8^{25}	5 200
6^{56}	12 300	7^{26}	8 900	7^{56}	6 900	8^{26}	5 200
6^{57}	12 000	7^{27}	8 800	7^{57}	7 000	8^{27}	5 100
6^{58}	11 900	7^{28}	8 700	7^{58}	6 750	8^{28}	5 100
6^{59}	11 700	7^{29}	8 700	7^{59}	6 700	8^{29}	5 100
						8^{30}	5 000



Die Verwendung der Selenzelle in der Astronomie.

Von F. S. Archenhold.

Für die Messung der gesamten Helligkeit des Tageslichts ist die Selenzelle besonders geeignet, da die meisten photometrischen Apparate für diesen Fall versagen. Die im obigen Artikel wiedergegebene Messung von Herrn Ruhmer während einer Sonnenfinsternis ist daher mit Freuden zu begrüssen. Da die Sonne am 31. Oktober 1902 in Berlin nur bis auf 0,16 ihres Durchmessers verdeckt worden ist, so war von vornherein auch nur eine geringe Knickung der Lichtkurve zu erwarten. Nach mitteleuropäischer Zeit begann die Verfinsterung in Berlin bei einem Positionswinkel von 345,8° um $7^h\ 3^m$ und endete um $8^h\ 26^m$ bei 53,7° Positionswinkel. Hiernach trat die grösste Dunkelheit ein um $7^h\ 44^1/_2{}^m$. Wir sehen auf der Ruhmer'schen Kurve 24 Minuten nach Beginn der Totalität

*) Vgl. E. Ruhmer, Das Selen und seine Bedeutung für die Elektrotechnik. Berlin 1902, S. 16, u. G. M. Minschin, Photoelectric Cells, Rep. Brit. Ass. Glasgow 532—534, 1901.

erst eine sichere Wirkung des Dunkelwerdens auf die Selenzelle und ebenso hört die Wirkung bereits 24 Minuten vor Beendigung der Verfinsterung auf.

Wir müssen hierbei bedenken, dass der Rand der Sonne sehr wenig optische wirksame Strahlen aussendet, sodass der erste und letzte Teil der Verfinsterung daher am wenigsten auf Zellen wirken kann, die nicht speziell für die roten und gelben Strahlen empfindlich gemacht worden sind. Es kommt noch hinzu, dass ausserdem nur ein geringer Prozentsatz vom Sonnenlicht am Rande durch den Mond verdeckt wird. Es sei hier nur nebenbei erwähnt, dass vielleicht die Selenzelle eine Möglichkeit darbietet, die Corona-Strahlen auch ohne Sonnenfinsternis zu beobachten.

Ich habe im Jahre 1889 zum ersten Male den Versuch gemacht, durch eine Selenzelle die Helligkeit eines Sternes zu messen und seinen Durchgang durch Widerstandsänderungen der Zelle zu registrieren. Ich brachte eine Uljanin'sche Selenzelle, welche mir Herr Professor Kundt zur Verfügung stellte — sie war bereits am 19. Juli 1887 angefertigt — (siehe hierüber Wiedemann's Annalen) in den Brennpunkt eines 12 Zöllers und konnte mit einem Elektrometer deutlich mehrere Skalenteile Ausschlag bemerken, wenn der Stern durch das Gesichtsfeld ging*). Auch gelang der Versuch, die Selenzelle als selbstregistrierendes Fadenmikrometer zu verwenden.

In einem Schreiben an Herrn Professor Foerster vom 18. Oktober 1890 beschrieb ich eine Vorrichtung, die Selenzelle für eine „Registrierung der Sekunden einer Hauptuhr ohne Kontakt“ zu verwenden. Ich teile hieraus folgendes mit: Die Pendellinse sollte in der Mitte eine kleine Oeffnung haben, die Selenzelle hinter die Linse so angebracht werden, dass in der Ruhelage des Pendels diese Oeffnung, eine Lichtquelle und die Selenzelle, in einer graden Linie liegen. Für die Eliminierung der Wärmestrahlen sorgte ein absorbierendes Mittel. Die Selenzelle kann so nur jede Sekunde beim Schwingen des Pendels selbstthätig auf einen Chronographen ein Signal aufzeichnen. Durch Einschaltung eines Telephons kann dieses Signal auch für direkte Beobachtung am Fernrohr nutzbar gemacht werden. Der Gang der Hauptuhr wird hier, da alles der Lichtstrahl besorgt, nicht beeinflusst wie beim Quecksilberkontakt etc., und durch Anbringung mehrerer Selenzellen liessen sich mehrere Uhren von der Hauptuhr, ohne sie zu belasten, regulieren. Auch brauchte kein Beobachter den Schwingungspendel abzulesen, denn durch seitliche Anbringung von Selenzellen registriert sich auch der Schwingungsbogen des Pendels selbstthätig. So kann die Hauptuhr ideal luftleer aufgehängt werden.

Ein Jahr später habe ich Herrn von Helmholtz weitere Vorschläge für die Registrierung von Sterndurchgängen etc. gemacht und wollte derselbe Mittel der Akademie der Wissenschaften für die Versuche frei machen; die Reichsanstalt war damals erst noch im Bau begriffen. Kurze Zeit darauf begann ich die Vorarbeiten für den Bau des Treptower Fernrohrs und musste diese Arbeiten vorläufig liegen lassen. Wir beabsichtigen jetzt einen Vergleich der noch in meinem Besitz befindlichen Uljanin'schen Selenzelle mit der neuen Ruhmer'schen Selenzelle, welche besonders empfindlich sein soll, vorzunehmen und die Versuche fortzusetzen.

*) Mein junger Freund Herr Julius Precht, damals Student, jetzt Professor der Physik an der Hochschule in Hannover, assistierte bei diesen Versuchen. Die elektrischen Apparate hatte mir Herr Dr. Frölich in liebenswürdiger Weise von der Firma Siemens & Halske leihweise zur Verfügung gestellt.



Kleine Mitteilungen.

Die Entstehung des Sonnensystems. Im Anschluss an eine „Geschichtliche Darstellung der hauptsächlichsten Theorien über die Entstehung des Sonnensystems“ von Prof. von Braumüller (H. u. E. Jg. 10) bemerkt derselbe zum Schluss im Hinblick auf die genialen Gedanken von Laplace: „auch erscheint der gegenwärtige Zeitpunkt am wenigsten dazu geeignet diese Hypothese durch eine neue zu ersetzen“.

Ich möchte in Ergänzung hierzu auf eine sehr plausible, manchem Leser wohl schon bekannte, und von Herrn von Braumüller nicht erwähnte Erklärung hinweisen, welche die eines Kant, Laplace und Darwin entschieden übertrifft. Von Aeusserungen Andrer, z. B. der des berühmten Newton nicht zu reden, welcher fähig war zu sagen: „Alle diese regelmässigen Bewegungen, die sich im Planetensystem vollziehen, besitzen keine mechanische Ursache, sondern diese bewundernswürdige Anordnung kann nur das Werk eines persönlichen allmächtigen Wesens sein.“ Nicht weit von diesem Glauben an überirdische Geister ist Kant entfernt, welcher vom „Anfang aller Dinge“ spricht.

Die vorzüglichste Theorie, welche an Klarheit und Vollständigkeit nichts zu wünschen übrig lässt, ist die folgende. Im Weltenraum, mit seinen unzähligen durcheinanderwirbeinden Himmelskörpern, ereignen sich jedenfalls, mal hier, mal dort, Zusammenstösse. Ein solcher Zusammenstoss giebt nun die beste Erklärung der Entstehung unseres Sonnensystems. Zwei Sterne, noch leuchtend oder schon erkaltet, trafen durch die Richtung ihrer Bahnen und vermöge ihrer Anziehungskraft, gegen einander und erzeugten dadurch nicht nur eine enorme Wärme, welche ihre jetzt vereinigte Masse in Dampf verwandelte und zu kolossalen Dimensionen ausdehnte, sondern schufen auch die Umdrehung des Ganzen durch einen etwas excentrischen Zusammenstoss.

Es ist hier nicht von der Entstehung des Stoffs gesprochen, aus dem die Welt besteht, dieser ist, im Gegensatz zu Kant's Ansicht, ewig, sondern nur von der Formentstehung unseres und anderer Sonnensysteme.

Ein aus sehr grosser Entfernung, lediglich durch die beiderseitige Anziehungskraft getriebener Körper, erreicht die jetzige Sonnenoberfläche mit einer Geschwindigkeit von etwas über 600 km in der Sekunde; mit einer ähnlichen Schnelligkeit sind beide, die Gesamtmasse der Sonne und ihrer Planeten bildende Himmelskörper vor vielen Millionen, vielleicht Billionen Jahren auf einander getroffen.

Interessant ist die Folgerung aus der in den letzten Jahrzehnten erkannten Unvergänglichkeit des Stoffs, dass unser eigner Körper diese über alle Massen grossartige Katastrophe: die Entstehung unseres Sonnensystems, mitgemacht hat, ja unzählige vorhergehende ähnliche ebenfalls!

Dass die Zeit an sich ewig ist und der Raum unendlich, können wir und hätte auch Kant leicht einsehen können, obgleich wir uns von dem was „ewig“ und „unendlich“ besagt, keinen Begriff machen können.

Wir glauben auch den Stoff von der Kraft gut unterscheiden zu können, finden aber leicht, dass das, was wir Stoff nennen, aus weiter nichts als aus Kräften besteht, denn wir können an ihm nichts anderes wahrnehmen und nachweisen als eben Kräfte.

Frankfurt a. M., den 16. November 1902 — Eugen Tornow.

* * *

Ein Meteorstein von $4^1/_4$ Kilo Gewicht ist am 13. September 1902 auf einem Landgut bei Crumlin in Irland niedergefallen Der Zeuge dieses Vorganges, John Adams, hörte plötzlich ein Geräusch von solcher Stärke, dass er glaubte, der Dampfkessel einer $1^1/_2$ Kilometer entfernten Fabrik sei geplatzt. Es folgte ein zweites Geräusch wie von entweichendem Dampfe und einem aufschlagenden Körper; zugleich erhob sich eine Staubwolke in 20 m Entfernung. Adams holte einen Spaten und grub aus einer Tiefe von $^1/_2$ m einen schwarzen Stein aus, der nach Angabe des Besitzers des Feldes, Herrn Walker, noch 1 Stunde später warm war. Das Geräusch wurde auch in entfernten Nachbarorten gehört. Nach der Gestalt des Loches zu urteilen, war der Stein senkrecht herabgefallen. Ueber die Fluglinie konnte genaueres nicht ermittelt werden, da kein Aufleuchten zu sehen war. Der Mineraloge L. Fletscher, welcher zur Untersuchung des Falles nach Crumlin gereist war, erwarb den Meteor für das South-Kenfington Museum in London. Der Stein ist von unregelmässiger Gestalt, 19 cm lang, 16 cm breit und 9 cm hoch und gehört seiner Beschaffenheit nach zu den Chondriten; freilich ist noch so viel Eisen und Nickel in dem Stein verstreut, dass er eine schwache Wirkung auf die Magnetnadel ausübt. F. S Archenhold.

Die Gesetze der Stromverzweigungen, wie wir sie für niedrig gespannte Ströme als ganz präcise geltend alle kennen, erscheinen auf den ersten Anblick für hochgespannte Ströme keine Gültigkeit zu haben, wie einige merkwürdige Erscheinungen bei Versuchen mit Teslaströmen, vor allem aber die Stromläufe von Blitzentladungen im Blitzableiter, zeigen. Die Ursache davon liegt darin, dass bei den in solchen Fällen in Action tretenden Strömen zwei Thatsachen eine eminente Bedeutung spielen, welche bei niedrig gespannten Strömen ganz zurücktreten: Die Selbstinduktion und die Condensatorwirkung, die Capacität. Bei Blitzschlägen spielt die Selbstinduktion der Leitungen die bei weitem hervorragendste Rolle. Sie besteht darin, dass sich der Draht, durch welchen eine Blitzentladung vor sich geht, zum Entstehungscentrum eines elektromagnetischen Feldes macht, in welches ein grosser Teil der in der Blitzentladung vorhandenen Energie hineingesteckt wird und da diese von der im Drahte wirksamen bestritten wird, hemmend auf die Entladung einwirkt.

Dieser Umstand der Bildung eines elektromagnetischen Feldes und dem Blitzableiterdraht giebt ein Mittel, die bei Blitzschlägen überhaupt auftretenden Stromstärken zu messen. Herr Poekels schloss aus der remanenten Magnetisierung eines neben einem Blitzableiter angebrachten Basaltstäbchens auf die Stromstärke von Blitzschlägen und kam dabei auf Zahlen wie 5600 Ampères und 8600 Ampères welche aber nur untere Grenzen darstellten. — Merkwürdig übrigens ist, dass die während eines Blitzschlages an einem bestimmten Tage ausliegenden Stäbe keine Spur von Magnetisirung aufwiesen. Gleiches wurde auch anderswo beobachtet. Würden auch fernerhin solche Erfahrungen bestätigt werden, so wird man ausser aperiodischen auch oscillierende Blitzentladungen annehmen müssen.

Linke.

* * *

Für die Existenz eines wärmeren Luftstromes in der Höhe von 10 bis 15 km hat Herr Professor Assmann durch Verwendung geschlossener Gummiballons, die Registrierapparate tragen und mit zunehmender Geschwindigkeit so lange steigen, bis sie platzen, Beweise gefunden und auch in einzelnen Fällen deren obere Begrenzung in etwa 17 km Höhe nachgewiesen. Diese Luftströme dürften der allgemeinen Cirkulation angehören und auch die Ursache der hohen Cirruswolken sein. Bei der Unsicherheit, die zur Zeit noch über die Entstehungsursachen dieser Wolkengebilde herrscht, dürfte ein jeder Beitrag zu deren näherer Erforschung als willkommen anzusehen sein. Man wird dann vielleicht zu einer schärferen Unterscheidung zwischen hohen Cirren, die ein Produkt der oberen Allgemein-Cirkulation sind und mit dieser vorwiegend aus westlicher Richtung ziehen, und tieferen kommen, die mit den Druckcentren der unteren und mittleren Regionen in ursächlichem Zusammenhange stehen. Der Ausdruck „falsche Cirren", den man häufig anwendet, deutet an sich schon auf eine grundsätzliche Unterscheidung der Form nach hin.

* * *

Ueber convectives Gleichgewicht und Schichtenbildung in der Atmosphäre berichtet Herr Professor von Bezold am 12. Juni 1902 in der Sitzung der physikal.-mathemat. Klasse der Kgl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Untersucht man das convective Gleichgewicht in der Atmosphäre unter Berücksichtigung der Kondensation, so findet man, dass es sehr wohl vorkommen kann, dass unterhalb einer bestimmten Höhe stabiles und oberhalb derselben labiles Gleichgewicht herrscht. Die Grenzschicht bildet die Basis der sommerlichen Haufwolken, deren Eigentümlichkeiten eben auf den genannten Umstand zurückzuführen sind. Eine weitere Schichtenbildung muss in jenen Höhen eintreten, wo die Luftmassen aus den Depressionsgebieten abfliessen, da sie wegen ihrer höheren Temperatur und der thermodynamischen Erwärmung beim Herabsinken nur schwer in die Tiefe gelangen können.

* * *

Messungen der Volumenänderung des Quecksilbers beim Uebergang aus dem starren in den flüssigen Zustand und der thermischen Ausdehnung des starren Quecksilbers teilt Herr Prof. L. Grunmach in der Physik. Zeitschrift 3. Jg. S. 134 mit. Die Methode der Messung besteht darin, dass eine genau calibrierte Capillare mit absolutem Alkohol nach einem von der Physik.-Techn. Reichsanstalt geprüften Normal-Alkohol-Thermometer verglichen und graduiert wurde. Darauf wurde die Capillare mit der halben Masse des Quecksilbers, welches sie zu fassen vermag, beschickt und dazu wieder von dem Alkohol gegossen bis zur Vollfüllung. Das so hergestellte Quecksilber-Alkoholthermometer wurde wie vorher mit dem Alkoholnormalthermometer verglichen und von den gemessenen Volumenveränderungen die nach der ersten Vergleichung bekannten des Alkohols abgezogen.

Dann bleiben die Voliumenveränderungen des Quecksilbers allein übrig. Das graphische Bild der Messungsergebnisse legt es nahe, in dem diesbezüglichen Verhalten des Quecksilbers drei Intervalle zu unterscheiden, nämlich das von — 78,2° (der tiefsten benutzten Temperatur) bis — 38,5° der hundertteiligen Skala, in welche sich das Quecksilber in starrem Zustande befindet, zweitens das

von — 38,5° bis 33,7°, innerhalb dessen der Schmelzprozess vor sich geht und endlich von — 33,7° bis 0°, wo das Quecksilber flüssig ist. Ist nun zur Veranschaulichung die Annahme gestattet, dass auch in dem mittleren Intervall des Schmelzprozesses das Quecksilber zum Volumen gleichmässig mit der Temperatur ändert, was ja in Wirklichkeit nicht der Fall ist, so würde sich das Quecksilber allein pro Grad der hundertteiligen Thermometerskala ausdehnen

um 0,0867 in dem Temperaturintervall von — 78,2° bis — 38,5°
- 7,4795 - - - - — 38,5° - — 33,7°
- 0,1278 - - - - — 33,7° - — 0°

Der Vergleichsmassstab ist hier eine aus den Verhältnissen sich ergebende willkürliche Skala, die durch die Graduierung auf die hundertteilige Skala bezogen worden ist. — Aus diesen Daten folgt, dass sich Quecksilber während des Schmelzprozesses 58,68 mal stärker als im flüssigen und 86,50 mal stärker als im starren Zustande ausdehnt und dass die Ausdehnung des starren Quecksilbers 0,6784 oder rund ⅔ der Ausdehnung des flüssigen Quecksilbers beträgt. Hat daher der Ausdehnungscoefficient des flüssigen Quecksilbers den Wert 0,000 181, so ist derjenige des starren 0,000 123. Eine starre Quecksilbermenge von 1 cm³ vergrössert ihr Volumen während des Schmelzens auf 1,050 982 cm³, also um 5%. Linke.

* * *

Ueber den Druck sandförmiger Massen auf standfeste Mauern las Herr Professor Dr. H. Müller-Breslau in der Kgl. Akademie der Wissenschaften am 30. Oktober 1902 zu Berlin. Er kritisierte den gegenwärtigen Stand der Statik sandförmiger Massen und zeigte, dass die Beschränkung auf die Untersuchung der Grenzzustände des Gleichgewichts für eine Reihe wichtiger Fälle aufgegeben werden muss. Sodann betonte er die Notwendigkeit der Anstellung von Dauerversuchen, die über den Einfluss einer wiederholten Belastung des Geländes Aufschluss geben und beschrieb eine auf der Bestimmung einer Kraft durch 6 Komponenten beruhende Vorrichtung zur Ermittelung des Erddruckes. Nach Mitteilung der bisher mit dieser Vorrichtung gewonnenen Ergebnisse entwickelte er das Progamm der noch geplanten weiteren Versuche.

* * *

Ueber Verbesserungen an der Lichteinheit und an einfachen Photometern berichtet Herr Dr. v. Hefner-Alteneck in der Sitzung am 23. Oktober 1902 in der Kgl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. An der Amylacetatlampe sind Mängel zu erkennen, welche sich durch Veränderung der Abmessungen und Neuwahl des Brennstoffes ohne Aenderung der Grösse und Farbe der Einheit vermindern lassen. Nach Versuchen von L. Knorr brennen Mischungen von Benzol und Alkohol am Dochte gleichmässig aus. Photometer mit ineinander übergehenden Flächenhelligkeiten ergeben eine schärfere Ablesung, wenn das Bild im Photometer bewegt wird, während die Augenaxe durch eine ruhende Erscheinung festgehalten ist. Ineinander übergehende Flächenbeleuchtungen lassen sich auch bei einfachen Schattenphotometern einstellen, wenn die Breite des schattenwerfenden Körpers veränderlich ist.

* * *

Ausgrabung der Gebeine von Leibniz. Bei einer vor Kurzem an der Neustädtischen Kirche in Hannover vorgenommenen baulichen Reparatur musste unter anderem auch die als solche bezeichnete Grabstätte des Begründers der Kgl. Preussischen Akademie der Wissenschaften, G. W. von Leibniz, geöffnet werden. Im Auftrage des Herrn Professor Waldeyer, dem hiervon durch Herrn Architekten Schaedtler Nachricht gegeben worden war, unternahm Herr Professor W. Krause eine anthropologische Untersuchung der vorgefundenen Gebeine, insbesondere des noch gut erhaltenen Schädels. Letzterer ist klein — Capacität = 1422 ccm, woraus sich ein wahrscheinliches Hirngewicht von 1257 g berechnen lässt — asymmetrisch und zeigt slavischen Typus. Photographien und Gipsabgüsse wurden vorgelegt und der Akademie übergeben. Die Gründe, welche auf die Echtheit der Gebeine schliessen lassen, wurden mitgeteilt.

* * *

Der Gedanke der Heilung von Kurz- oder Weitsichtigkeit durch etwaigen Magnetismus der Medien des Auges, indem durch magnetische Kräfte die Form oder Lage der Krystallinse des Auges geändert würde, führte Herrn J. Moser, wie er in der Physik. Zeitschr. schreibt, auf allgemein unterrichtende Versuche über das magnetische Verhalten der Augenmedien. Dieselben erwiesen an einem Ochsenauge den Diamagnetismus der Krystallinse. Herr Moser hoffte daher, durch eine „magnetische Kur", d. h. öfteres zweckentsprechendes Einwirken eines Magneten, auf in irgend einer der beiden Richtungen fehlerhafte Augen eine Korrektion herbeizuführen, z. B. die Linse eines kurzsichtigen Auges verflachen zu können. Leider ist er an der Weiterführung seiner Versuche, denen ein ausgezeichneter Gedanke zu Grunde liegt, wegen seiner Erblindung verhindert worden.

Linke.

Bücherschau.

Dr. Bruno Peter: Katechismus der Kalenderkunde; Belehrungen über Zeitrechnung, Kalenderwesen und Feste. Zweite Auflage. Verlagsbuchhandlung von J. J. Weber, Leipzig. (140 S.)

Diese zweite Auflage hat eine vollständige Neubearbeitung erfahren, insbesondere die Abschnitte über die Zeitrechnung und das Kalenderwesen. Der Verfasser, langjähriger Observator der Leipziger Sternwarte, bürgt für die gründliche Behandlung der Zeitmasse: Tag, Woche, Monat und Jahr, welche das Fundament aller Kalenderrechnung bilden. Ein reichhaltiges Verzeichnis aller Kalendernamen und ein ausführliches Sachregister werden allen denen, die Belehrung auf dem Gebiete der Kalenderkunde suchen, die Benutzung dieser neuen Auflage erleichtern.

* * *

Prof. Dr. Siegmund Günther: Astronomische Geographie. Verlag von G. J. Göschen, Leipzig 1902. (170 S.) Geb. 80 Pf.

Die Schrift, welche als No. 92 der bekannten „Sammlung Göschen" erschienen ist, hat die Forderung, welche schon oft aufgestellt ist, alles das zusammenzustellen, was von unmittelbarem geographischen Interesse ist, streng erfüllt. Das Ortsbestimmungsproblem bildet den Kern der Darstellungen. Das grosse historische Wissen, welches alle Werke des Verfassers auszeichnet, tritt auch in dieser Schrift durch eine Schilderung des Entwicklungsganges der astronomischen Geographie und durch zahlreiche eingestreute Bemerkungen vorteilhaft hervor. Die Beobachtungsinstrumente und Thatsachen, die sich bei Ortsveränderungen des Beobachters ergeben, sind in besonderen Kapiteln unter Benutzung zahlreicher Illustrationen eingehend geschildert. F. S. Archenhold.

* * *

Ernst Ruhmer: Neuere elektrophysikalische Erscheinungen. Mit 171 Textabbildungen. Berlin, 1902. Verlag von F. & M. Harrwitz.

Die vorliegende Broschüre bildet eine Zusammenstellung zahlreicher Einzelveröffentlichungen des Verfassers in verschiedenen Fach-Zeitschriften. Es sind berücksichtigt die neuesten Fortschritte auf dem Gebiete der Mehrfachtelegraphie mittels Druck und der Telegraphie ohne Draht mittels elektrischer Wellen. Auch der interessante Versuch von Zickler, mit ultravioletten Lichtstrahlen zu telegraphieren, wird erwähnt. Andere Kapitel behandeln die Fortschritte auf dem Gebiete der Telephonie mit und ohne Draht. Hier interessiert besonders das Photographophon, welches der Verfasser selbst konstruiert hat. Das Problem des elektrischen Fernsehens wie auch die verschiedenen neuen Unterbrecher, welche auf dem Gebiete der Röntgen-Strahlen Verwendung finden, sind vollständig zusammengestellt und reich illustriert. Zum Schluss sind noch die letzten Fortschritte der Beleuchtungstechnik, wie die Nernst-Lampe, Auer's Osmium-Lampe, das Bremer-Licht und Rasch's Elektrolyt-Bogenlicht besprochen. Unseren Lesern, denen der Verfasser als Mitarbeiter unserer Zeitschrift wohl bekannt ist, wird dieses Buch besonders willkommen sein.

* * * F. S. Archenhold.

Dr. Richard Heilbrun: Elementare Vorlesungen über Telegraphie und Telephonie. Mit zahlreichen in den Text gedruckten Abbildungen. Berlin, 1902. Verlag von Georg Siemens. Lief. 1 und 2.

Die ersten beiden Hefte des in etwa fünf Lieferungen erscheinenden Buches, welche bis jetzt vorliegen, behandeln die theoretischen Grundlagen des Gebietes, und es muss dem Verfasser zugestanden werden, dass er verstanden hat, den Gegenstand klar und einleuchtend auseinander zu setzen und die Darstellung durch anschauliche Bilder zu beleben. Die Beschreibung wird oft so lebhaft, dass man sich ordentlich vor den Experimentiertisch des Verfassers versetzt glaubt. Auf die theoretischen Grundlagen, deren Kapitel: Der elektrische Strom, die elektrischen Masseinheiten, Magnetismus, Elektromagnetismus, Induktion, Statik überschrieben sind, soll die den Hauptteil des Buches bildende praktische Telegraphie und Telephonie folgen und besonders auf die neueste Entwicklung der Technik — Funkentelegraphie — eingegangen werden. Wir können diese Vorlesungen allen Lesern, die eine klare und doch ganz elementare Behandlung dieses für unser Kulturleben so wichtigen Gebietes lieben, aufs wärmste empfehlen. Auch alle die, welche berufsmässig mit der Telegraphie oder Telephonie zu thun haben, werden das Buch nicht ohne grosse Anregung aus der Hand legen. F. S. Archenhold.

Für die Schriftleitung verantwortlich: F. S. Archenhold, Treptow-Berlin; für den Inseratenteil: C. A. Schwetschke und Sohn, BerlinW.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

Zum 70. Geburtstage

von

Herrn Geheimrat Prof. Dr. W. Foerster.



W. Foerster.

Photographiert von A. Halwas, Bd

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

3. Jahrgang 6. Heft. **F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte.** **1902 December 15.**

Verlag von C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin.

Diese Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. — Abonnementspreis vierteljährlich Mark 2.— (Ausland Mark 2.50), einzelne Nummer 50 Pfg. franko durch den Verlag, Berlin W. 35, Schöneberger Ufer 43, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungspreisliste 11. Nachtrag 7814a).

Anzeigen-Gebühren: Die einspaltige Petitzeile 40 Pfg. 1/1 Seite 60.—, 1/2 Seite 30.—, 1/4 Seite 15.— Mk. Bei Wiederholungen Rabatt.

INHALT.

Zum 70. Geburtstage von Prof. Dr. W. Foerster.

Von F. S. Archenhold.

Am Dienstag, den 16. Dezember 1902, feiert Herr Geh. Regierungsrat Professor Dr. Wilhelm Foerster, Direktor der Kgl. Sternwarte in Berlin, Ehrenmitglied unseres „Vereins von Freunden der Treptow-Sternwarte“, seinen 70. Geburtstag. Der Jubilar, dessen Bildnis wir in der Beilage als Autotypie nach einer Photographie von Halwas bringen, weilt an seinem Festtage im Kreise

Die Kgl. Sternwarte zu Berlin am Enckeplatz.



Photographiert vom Schiffsbauingenieur Ernst Foerster.

seiner Familie fernab von Berlin, um sich jeder officiellen Feier zu entziehen. Unsere Leser wird es gewiss interessieren, einige Daten aus dem äusseren Lebensgange dieses an so hervorragender Stelle thätigen Gelehrten zu erfahren.

Wilhelm Foerster wurde am 16. Dezember 1832 zu Grünberg in Schlesien geboren und verliess Ostern 1850 das Gymnasium seiner Vaterstadt mit dem Zeugnis der Reife, um sich zwei Jahre auf der Universität in Berlin und dann

ebenso lange in Bonn dem Studium der Astronomie und Mathematik zu widmen. Hierselbst promovierte Foerster im August 1854 mit der Abhandlung: *„De altitudine poli Bonnensi“* zum Doctor. Am 1. Oktober 1855 wurde ihm die zweite, am 1. April 1865 die erste Assistentenstelle an der Berliner Sternwarte von ihrem derzeitigen Direktor, Prof. Encke, übertragen. In der Zwischenzeit, im Jahre 1858, habilitierte sich Foerster als Privatdocent an der Universität Berlin und wurde 1863 zum ausserordentlichen Professor und zum interimistischen Leiter der Sternwarte an Stelle des schwer erkrankten Prof. Encke ernannt. Zwei Jahre später, 1865, wurde er definitiv zum Direktor der Sternwarte berufen. Im Nebenamte übernahm er noch im Jahre 1869 die Direktorstelle an der Normal-Aichungs-Kommission, an deren Begründung ihm der Hauptanteil zufiel; er behielt diese Stelle bis 1885 bei. — Als im Jahre 1872 in Paris der Beitritt weiterer Staaten zu der Convention der Einführung des neuen Metermasses und der neuen Gewichte stattfand, vertrat Geheimrat Foerster das neu begründete Deutsche Reich und unterzeichnete in dieser Eigenschaft die in der Doppelbeilage wiedergegebenen Aktenstücke. Diese Photographie*) wurde mir im Jahre 1900 gelegentlich eines Besuches des *„Conservatoire nationale des arts et des métiers“*, in welchem das Original-Aktenstück mit dem Prototyp des Urmeters und Kilogramms aufgehoben wird, überwiesen. — Im Jahre 1875 erfolgte Foersters Ernennung zum ordentlichen Professor der Universität und im gleichen Jahre wurde er Mitglied des internationalen Mass- und Gewichts-Comités in Paris und im Jahre 1891 zum Vorsitzenden desselben gewählt. 1886 nahm Foerster thätigen Anteil an der neuen Organisation der internationalen Erdmessung. Auch an der Begründung des „Astronomischen Recheninstituts“ im Jahre 1874 und des „Astrophysikalischen Observatoriums in Potsdam“ ist Foerster hervorragend beteiligt; auch fiel ihm die Vertretung der Vorlage zur Begründung der „Physikalisch-Technischen Reichsanstalt“ in der Kommission des Reichstages zu. Auf Veranlassung des damaligen Kronprinzen, späteren Kaiser Friedrich, verfasste Foerster eine Denkschrift über diese Reichsanstalt, welche viel dazu beigetragen hat, die Schwierigkeiten zu heben.

Um weiteren Kreisen die Fortschritte der Astronomie und naturwissenschaftlichen Erkenntnis zugänglich zu machen, regte Foerster im Jahre 1887 die Begründung der Urania, 1891 die der Vereinigung von Freunden der Astronomie und kosmischen Physik an und nahm 1896 an der Begründung der „Treptow-Sternwarte“ und später 1898 an der des „Vereins von Freunden der Treptow-Sternwarte“ regsten Anteil. Seine Publikationen finden sich im Astronomischen Jahrbuch, den Astronomischen Nachrichten, der Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft, dem preussischen Normal-Kalender (von 1872 ab 30 populäre Aufsätze), den Publikationen des internationalen Mass- und Gewichtsdienstes und der deutschen Normal-Aichungs-Commission, in 4 Bänden Sammlungen von Vorträgen und Abhandlungen und in unserer Zeitschrift „Das Weltall“ vor.

Auch ausserhalb seines Faches sehen wir Foerster als Mitbegründer der „Deutschen Gesellschaft für Ethische Kultur“, des Schiller-Theaters und ähnlicher Bestrebungen thätig. Wenn andere sich von ihrer Berufsthätigkeit ausruhten, so bethätigte sich Foersters reger Geist neben seiner anstrengenden Amtsthätigkeit

*) Sie ist im „Astronomischen Museum“ der Treptow-Sternwarte ausgestellt und im Original nicht ganz doppelt so gross als die Reproduction.

schaffensfreudig an der Lösung ethischer und socialer Fragen. Diese Schriften finden sich in einem Bande „Lebensfragen und Lebensbilder" vereinigt.

Es liegt in dem menschenfreundlichen Charakter des Jubilars begründet, dass seine Schüler, auch wenn sie schon lange eine Lebensstellung einnehmen oder ein Amt bekleiden, sich mit ihren Wünschen vertrauensvoll an ihren früheren Lehrer wenden und durch ihn Förderung erfahren.

Der Jubilar beabsichtigt, seine Stellung als Sternwarten-Direktor unter Beibehaltung seiner Professur an der Universität niederzulegen, um Musse zu finden zur Lösung der vielen Probleme, welche seinen immer frischen und regen Geist beschäftigen.

Indem wir unsere herzlichste Gratulation zum 70. Geburtstage darbringen, wünschen wir Herrn Geheimrat Foerster weitere arbeits- und erfolgreiche Jahre.



Wie pflanzen sich die Erdbebenwellen fort?

Von Aug. Sieberg-Aachen.

(Schluss)

In neuester Zeit nimmt der bekannte japanische Erdbebenforscher F. Omori[12]) einen hiervon völlig abweichenden Standpunkt ein. Er hält es nämlich für wahrscheinlich, dass sich die Erdoberfläche kraft ihrer Elastizität zusammendrückt und seitlich hin- und herschwingt (Translationsverschiebungen), in vollständig paralleler Richtung mit der horizontalen Oberfläche, ohne dass wirkliche Neigungswellen entstehen. Ein Seismogramm von zwei gleichgebauten Horizontalpendeln, welchen er durch Regulierung auf verschiedene Schwingungsdauer verschiedene Empfindlichkeit für Neigungen gegeben hatte, führte ihn zu dieser Annahme; denn gelegentlich eines Nahbebens am 7. November 1898 wurde von beiden Apparaten ein gewisser kleiner Teil der langen Wellen mit annähernd gleicher Amplitude aufgezeichnet. Hierauf fussend, sucht Omori auf mathematischer Grundlage unter sehr interessanten Schlüssen zu beweisen, dass der Unterstützungspunkt der Horizontalpendel Spuren von verschiedenen Perioden und verschiedener Weite verursachen könne, ohne sich nach irgend einer Seite zu neigen, vielmehr ausschliesslich dadurch, dass sich derselbe während einer bestimmten Zeit seitlich in der normalen Richtung des Rahmens verschiebt. Bestärkt wird er in seiner Ansicht noch durch einige neuerdings mit 3 Horizontalpendeln beobachtete Erdbeben, deren Diagramme seiner Meinung nach auf einen Blick zeigen sollen, dass die Amplitude abhängt von der Vergrösserung durch den Schreibhebel und nicht von der Empfindlichkeit des Pendels gegen Neigungen, insofern als die aufgezeichneten Bewegungen nicht durch die Eigenschwingungen der schweren stationären Masse verwischt sind.

W. Schlüter[13]) in Göttingen will die Beweisführung aus den Beobachtungen Omori's nicht gelten lassen, obwohl er selbst auf anderm Wege zu einem ganz ähnlichen Endresultate gelangt. Jedenfalls darf er für sich das grosse Verdienst in Anspruch nehmen, den richtigen Weg zur Lösung der Streitfrage „Neigungen

[12]) F. Omori, *„On the nature of the long-period undulations of earthquakes". Publications of the Earthquake Investigation Committee in Foreign Languages*, No. 5, S. 42 bis 51. Tokyo 1901.

[13]) W. Schlüter, „Schwingungsart und Weg der Erdbebenwellen, I. Teil: Neigungen". Bd. V., Heft 2 von Gerlands Beiträgen zur Geophysik.

oder Translationsverschiebungen der Erdoberfläche?", worauf sich zur Zeit die Angelegenheit zugespitzt hat, erkannt und auf ihm die ersten Schritte gethan zu haben. Er gelangte nämlich zur Einsicht, dass kein einziger der mehr als 200 von R. Ehlert[14]) beschriebenen Seismometer imstande ist, über den strittigen Punkt Aufklärung zu geben, weil sie sämtlich durch Neigungen und durch horizontales Hin- und Herschieben gleicher Weise in Bewegung gesetzt werden. Infolgedessen kam er bald auf den Gedanken: „Die Trennung der beiden Bewegungsarten lässt sich erreichen, wenn man den Massenmittelpunkt in die Drehungsachse verlegt"; denn alle parallelen Verschiebungen werden auf einen solchen Apparat ohne Einfluss bleiben, und derselbe wird sich gut dazu eignen, speziell die Neigungen zu erforschen. Von diesem Gedanken geleitet, konstruierte er einen besonderen Apparat, den er „Klinograph" nannte; in der Hauptsache besteht er aus einem Wagebalken, der an seinen beiden Enden je ein etwa 5 kg schweres Gewicht trägt, und dessen Schwingungen durch zwei in Oel getauchte Glasplatten gedämpft werden. Die Neigungen suchte er durch ein Hebelwerk erheblich (690fach) zu vergrössern, bevor sie durch eine Spiegeleinrichtung photographisch registriert werden. Hierdurch konnte er der Prüfung der Streitfrage näher treten, ohne sich im Voraus für eine bestimmte Richtung festzulegen. Aufgestellt ist das Instrument im Göttinger Geophysikalischen Institut (Prof. Dr. Wiechert).

Die erste Versuchsreihe umfasst die Zeit vom 1. August bis 21. September 1899. Es zeigte sich, dass von den 20 in diese Zeit entfallenden Erdbeben der verschiedensten Art und Grösse (darunter auch das kleinasiatische Beben der Nacht vom 19. zum 20. September), welche von dem Horizontalpendel registriert worden waren ,der Klinograph nicht das Geringste verspürt hatte. Hieraus schloss Schlüter: „Weder die Vorläufer noch die Hauptwellen eines Erdbebendiagrammes sind zurückzuführen auf Neigungsschwingungen der Erde. Die bisher unter den Seismologen fast allgemein verbreitete Anschauung, dass die Apparate bei der Aufzeichnung der langen Wellen durch Neigung in Bewegung gesetzt werden, ist irrig. Es kann die bisher an den Seismographen beobachtete Bewegung nur hervorgerufen worden sein durch „Translationsschwingungen" des Erdpartikelchens. Dagegen können wir von den Neigungsschwingungen nicht etwa behaupten, dass sie nicht existieren, sondern nur, dass sie unmerklich sind".

Diesen Schluss Schlüter's hält B. Galitzin[15]) für verfrüht. Nach eingehender Prüfung von Schlüter's Entwicklungen erscheint es ihm wahrscheinlich, dass der Klinograph infolge von Konstruktionsmängeln keine Neigungen gezeigt hat; denn nach seinen Darlegungen steht der Klinograph durch die Spiegelvorrichtung in viel zu starrer Verbindung mit der Zimmerwand. Infolgedessen gelangt er bei aller Würdigung von Schlüter's Verdiensten zu der Ansicht, dass der Klinograph in seiner jetzigen Form nicht ganz geeignet sei, die Neigungswellen bei einem Erdbeben anzugeben.

Der Vollständigkeit halber sei noch erwähnt, dass Pomerantzeff in einer Veröffentlichung (verfasst in russischer Sprache mit einem Resumé in fran-

[14]) R. Ehlert, „Zusammenstellung, Erläuterung und kritische Beurteilung der wichtigsten Seismometer mit besonderer Berücksichtigung ihrer praktischen Verwendbarkeit". Bd. III, Heft 3 von Gerlands Beiträgen zur Geophysik.

[15]) B. Galitzin, „Ueber seismometrische Beobachtungen". St. Petersburg 1902.

zösischer) den Versuch gemacht hat, ein von einem Horizontalpendel in Strassburg während eines Erdbebens am 24. Juni 1902 aufgezeichnetes Seismogramm unter Anwendung der Lippmann'schen Formel zu bearbeiten, um die parallelen Verschiebungen der Erdoberfläche während des Erdbebens abzuleiten. Er fand dabei, dass während der ganzen Zeit des Hauptbebens, welches etwa 38 Minuten dauerte, die Erdoberfläche, oder besser gesagt, ein beliebiger Punkt derselben sich fortwährend in derselben Richtung bewegte, zu Anfang rascher und dann langsamer, wobei die ganze während dieser Zeit zurückgelegte Strecke 790 mm betrug. Dieses höchst unwahrscheinliche Resultat könnte Galitzin zufolge, der überhaupt gegen die vorliegende Behandlungsweise der Aufgabe eine Reihe von Einwänden erhebt, teils dadurch zu erklären sein, dass die Anfangsgeschwindigkeit nicht richtig bestimmt wurde, oder aber sogar dadurch, dass verschiedene Anfangsgeschwindigkeiten hätten in Betracht gezogen werden müssen, wenn das Horizontalpendel mehreren nach einander folgenden Erschütterungen ausgesetzt war.

Es konnte natürlich nicht ausbleiben, dass die Anhänger der Neigungstheorie nunmehr um so eifriger nach neuen Stützpunkten für ihre Lehre suchen. P. G. Alfani[16]) führt bei der Besprechung der Hauptbewegungsgruppe oder Maximalphase eines Diagrammes gegen Omori (die Arbeit Schlüter's kam ihm erst während der Drucklegung zu Gesicht) instrumentelle Beobachtungen ins Feld, mit welchen er bewiesen zu haben glaubt, dass eine seitliche Beschleunigung unannehmbar ist, wenn man sich auf das stützt, was die Instrumente verzeichnen, sodass man also ein wirkliches und eigenes System von Transversalwellen anzunehmen hat. Einer von A. Laharner[17]) in der Monatsschrift „Die Erdbebenwarte“ gebrachten deutschen Uebersetzung des diesbezüglichen Abschnittes entnehme ich kurz folgendes: Das Instrument nach Vicentini zur Messung der vertikalen Komponente hat in den beiden geodynamischen Observatorien Ximeniano und Quarto die wichtige Abänderung erfahren, dass sich die elastische federnde Stahlschiene, welche das Gewicht trägt, infolge von dessen Last nicht krümmt, wie dies sonst bei den Vicentini'schen Apparaten der Fall ist, sondern in dieser abgeänderten Form durchaus wagerecht verläuft. Hierdurch erreicht man, dass der Apparat ausser bei wirklich genau vertikalen Impulsen sonst niemals Eigenschwingungen aufnehmen kann. Dieses so abgeänderte Instrument zeichnete gelegentlich grosser Fernbeben den langsamen Wellengang auch auf, und zwar mit der gleichen Schwingungsperiode wie die Horizontalpendel. Hieraus folgert Alfani, dass der Stossmesser nach Vicentini diese Wellen entweder infolge einer vertikalen Beschleunigung oder aber infolge wirklicher und eigenartiger Neigungen aufschrieb. Da er aber aus prinzipiellen Erwägungen die erstere Möglichkeit ausschliessen zu müssen glaubt, so bleibt ihm nur die Annahme von thatsächlichen Neigungen, hervorgerufen durch Transversalwellen, übrig. Auf die eingehende Erörterung der hier bestehenden Verhältnisse und die Beweisführung, wie sie der Verfasser giebt, näher einzugehen, würde zu weit führen, weshalb ich mich mit dem Aufgeführten begnügen muss.

[16]) P. G. Alfani, *„Bolletino sismologico dell' osservatorio Ximeniano dei p. p. delle scuole pie di Firenze 1902“.*

[17]) A. Laharner, „Zur Frage von der Natur der Erdbebenwellen“. In der Monatsschrift „Die Erdbebenwarte“, Jahrg. I, Heft 11/12.

Alles in allem genommen dürfte das hier Besprochene wohl zur Genüge gezeigt haben, dass die Frage nach der Natur der **langen** Erdbebenwellen und somit ihrer Fortpflanzungsweise trotz des zielbewussten Strebens scharfsinniger Experimental-Seismologen noch immer als eine offene zu betrachten ist, weshalb auch eine weitergehende Kritik der von den einzelnen Autoren entwickelten Anschauungen im Rahmen dieser Mitteilung unangebracht wäre. Nur auf der Basis instrumenteller Beobachtungen ist naturgemäss eine einwandfreie Lösung möglich, und zwar bedarf es dazu, wenn nicht einer Vermehrung, so doch wenigstens einer Vervollkommnung des jetzigen seismischen Instrumentariums. Infolgedessen dürften wohl die Zweifel kaum so bald gehoben werden, wie manche Kreise zu glauben geneigt sind. Jedoch können wir von der Theorie der Vorläufer annehmen, dass sie zu einem Abschlusse gelangt ist.

Kleine Mitteilungen.

Entdeckung eines neuen Kometen Giacobini 1902 d. Dieser vierte Komet des Jahres wurde am 2. Dezember auf der Sternwarte zu Nizza von Giacobini als ein schwaches Object 12. Grösse im Sternbilde des Einhorn aufgefunden. Seine Helligkeit hat schon jetzt um eine halbe Grössenklasse zugenommen. Er zeigt eine schwache Centralverdichtung und vorläufig noch keinen Schweif. Herr Ebell hat provisorische Elemente und eine Ephemeride berechnet. Hiernach wird der Komet Ende des Monats bereits um eine Grössenklasse heller als bei seiner Entdeckung sein.

1902	Rectascension	Deklination	Helligkeit	
Dezember 15.	7^h 12^m 22^s	$+0^\circ$ 14′,7	1,5	
19.	9 37	1 14.7	1.7	Einheit der Helligkeit Dezember 2.
23.	6 21	2 25,1	1.9	
27.	7 2 34	3 46,5	2.2	
31.	6 58 17	+5 19,5	2,4	

Da der neue Komet erst am 19. April in seine Sonnennähe kommt, so wird derselbe auch in kleinen Fernrohren im neuen Jahre ein anziehendes Object werden. Vorläufig ist er nur in den grösseren Kometensuchern und mittleren und grossen Fernrohren gut sichtbar. Am 13. Dezember tritt der Komet in den nördlichen Sternhimmel über und wird immer bequemer in den frühen Abendstunden sichtbar. Sein Lauf ist nordwestlich parallel zu der Verbindungslinie von α (Procyon) und β im kleinen Hund gerichtet und zwar in doppeltem Abstand der Entfernung dieser beiden Sterne von einander. Er gehört zu den nichtperiodischen Kometen, welche nur einmal unser Sonnensystem kreuzen.

F. S. Archenhold.

* * *

Eine seltene Regenbogenerscheinung war im August 1902 zu beobachten. Ich befand mich am 13. August auf einer Fahrt durch die Schären von Stockholm, bei Oxelösund, einem kleinen Hafenort in der Nähe Nyköpings (ungefähr 17° östl. L. v. Gr. und 58° 40′ n. Br.), als wir Passagiere des Dampfers eine prachtvolle Regenbogenerscheinung beobachten konnten. Da es schon $6^h 15^m$ Nachm. war, ungefähr eine Stunde vor Sonnenuntergang, so erhob sich der Hauptregenbogen, über dem sich ein Nebenregenbogen zeigte, zu bedeutender Höhe. Es war ausserordentlich klare Luft, die tagüber frische Brise hatte abgeflaut. Bei der Beobachtung des Phänomens war bald eine merkwürdige Nebenerscheinung zu sehen, die ich in Figur 1 anzudeuten versucht habe. Es zeigten sich nämlich von den Punkten aus, wo der Hauptregenbogen den Horizont berührte, zwei steil emporgehende Kreisabschnitte, die sich bis zur Kreuzung mit dem Nebenregenbogen erhoben und dann verschwanden. Diese wie Hörner aussehenden Bogen waren viel lichtschwächer als der Hauptregenbogen und auch als der Nebenregenbogen. Sie waren gegen 5 Minuten zu beobachten, während sich der Hauptbogen längere Zeit erhielt. Die eigentümliche Hörnererscheinung wurde von mehreren Mitreisenden konstatiert.

Ich will hier nicht versuchen, eine endgültige Erklärung dieses Phänomens geben zu wollen; es sei mir nur gestattet, auf eine Möglichkeit des Zustandekommens dieser Erscheinung

hinzuweisen. In Figur 2 bedeute *B* den Stand des Beobachters, *S* die Sonne und die durch den Beobachter an die Erde gezogene Tangente den scheinbaren Horizont.

Nehmen wir nun an, das Meerwasser besitze eine bedeutend geringere Temperatur als die Luft, so dass bis zu einer beträchtlichen Höhe über dem Meere kältere Luftschichten lagern, auf welche in grösseren Höhen wärmere folgen, was in der Figur 2 durch koncentrische Kreise ausgedrückt ist, und verfolgen wir nun einen Sonnenstrahl, der bis zum Punkte *T* gelangt, welcher unter unserm Horizont liegt, so ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass er auf seiner Rückkehr bei dem Eindringen in wärmere Luftschichten, also in optisch dünnere Schichten, mehr und mehr vom Einfallslote weggebrochen wird, dass er schliesslich Totalreflexion erleidet und

Doppelregenbogen mit Hörnererscheinung.

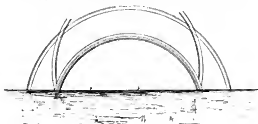


Fig. 1.

dann in das Auge des Beobachters gelangt, der ihn als von *T'* kommend erblickt. Das Spiegelbild *T'* muss naturgemäss umgekehrt erscheinen. Ist nun *T* ein Wassertropfen, der das zerlegte Sonnenlicht uns zusendet, und denken wir uns bei *T* eine Regenwolke, deren Tropfen uns durch Totalreflexion einen Regenbogen erscheinen lassen, so müssen wir diesen umgekehrt mit einem über dem Horizont befindlichen Centrum erblicken. Dehnte sich also die Wolke, die wir in Wirklichkeit über dem Horizont erblickten, noch unter denselben hin aus, so war es möglich, dass der unter dem Horizont befindliche Teil derselben, über diesen geklappt in derselben Reihenfolge der Farben, innen blau und aussen rot, erscheinen konnte, dabei mussten die umgeklappten Stücke des Bogens genau dort einsetzen, wo der Regenbogen den Horizont berührte, was mit der Beob-



Fig. 2

achtung übereinstimmte; auch die notwendige Farbenfolge traf zu. Bei dem Nebenregenbogen war diese Reflexion nicht zu beobachten. Da es sich in Figur 2 nur um eine Skizze handelt, ist der Strahl von der Sonne als nicht gebrochen bis zum Punkte *T* gezeichnet; zumal es auch nicht feststeht, ob dort, wo auf der Zeichnung der Sonnenstrahl die Schichten verschiedener Dichte berührte, diese überhaupt noch existierten.

Die Erscheinung der Totalreflexion auf dem Meere, besonders in nördlichen Gegenden, wobei Schiffe, die sich unter dem Horizont des Beobachters befinden, umgekehrt über diesem erscheinen, ist bekanntlich ein nicht seltenes Phänomen, dass aber dieselbe Erscheinung bei dem Regenbogen auftritt, gehört meines Wissens zu den seltensten Luftspiegelungen. M. Albrecht.

* * *

Beugung der Röntgenstrahlen? Auf dem Projektionsschirm durch Röntgenstrahlen erhaltene Spalt- oder Schattenbilder zeigten eigenartige Erscheinungen, welche von den Herren Kümmel, Fromm, Precht, Maier u. A. als Beugungs- bezw. Interferenzstreifen gedeutet wurden. Herr C. H. Wind in Groningen wies aber nach, dass trotz der oft ganz frappanten Deutlichkeit jener Erscheinungen doch nur eine optische Täuschung vorliegt. Neuere Versuche der Herren Wind und Haga aber brachten die Frage der Beugung der Röntgenstrahlen in ein neues Stadium. Bei den Versuchen dieser Herren kamen entsprechend der vermeintlich sehr kurzen Wellenlänge der Röntgenstrahlen sehr enge Spalte zur Anwendung, die keilförmig Breiten von etwa 0.005 bis

0,01 mm aufwiesen. Die photographische Aufnahme des durch Röntgenstrahlen erzeugten Spaltbildes zeigte eine etwa dreifache Verbreiterung, welche von den Experimentatoren als Beugungserscheinung gedeutet wurde. Herr Walter in Hamburg erhielt diese Verbreiterung nicht, sondern ein Bild, wie es der Theorie etwa entsprechend ausfallen musste. Derselbe führte die von Haga und Wind erhaltene Verbreiterung auf Erschütterungen der benutzten Apparate während der sehr langen Expositionsdauer von etwa 200 Stunden zurück, was bei der Spaltenge nicht ohne weiteres von der Hand zu weisen ist. Auch Unregelmässigkeiten in der Empfindlichkeit der photographischen Platten könnten dazu beitragen und schliesslich spielen auch etwaige Heterogenitäten in der Strahlung während der Exposition eine Rolle. Die zwischen den Herren Haga und Wind einerseits und Herrn Walter andererseits entwickelte Polemik auf der 73. Naturforscherversammlung in Hamburg ist in der Physikalischen Zeitschrift, 3. Jg. Heft 7, pag. 137 bis 143, abgedruckt. Sie führte zu keiner Klärung der Angelegenheit. Von diesbezüglichen Versuchen ist bisher auch noch nichts bekannt geworden, sodass die Frage zur Zeit noch eine unentschiedene ist. Linke.

* * *

Ein elektrostatisches Relais hat Herr Crémieu konstruiert und in dem *Compt. rend. 134*, p. 524, 1902 und dem *Journal de physique 1*, p. 583, 1902 beschrieben. Dasselbe hat den Zweck, die Schwierigkeiten, denen man bei der Lösung der Aufgabe, Stromkreise zum Zwecke einer automatischen Regulierung durch Kontakte, welche ein bewegliches System macht, zu öffnen und zu schliessen begegnet, zu umgehen. Die Mängel aller solcher Relaiskontakte sind bekannt, sie bestehen besonders in dem „Kleben" der Kontakte aneinander, hervorgerufen durch das Aneinanderschweissen derselben im ersten Augenblicke des Oeffnens durch den dabei entstehenden Induktionsfunken und andererseits darin, dass der Stromübergang zwischen den Kontakten beim Schluss derselben vielfach erschwert wird durch den zu geringen Druck der Kontakte gegeneinander, so dass oft eine elektrische Verbindung garnicht hergestellt wird.

Besonders diesen letzteren Mangel umgeht das elektrostatische Relais dadurch, dass eine Regulierung der für den Kontakt gebrauchten Druckkräfte möglich ist. Das bewegliche System, welches die Regulierung des Primärstromes bewirkt, ändert bei seiner Bewegung durch geeignetes elektrisches Verbinden der beiden nebeneinanderliegenden Quadranten eines Elektrometers und dessen Nadel deren Potentiale und bewirkt dadurch, dass die Nadel bewegt wird, wie es für die Kontaktgebung in Primärkreisen nötig ist. Die Erhöhung des Druckes am Primärkontakte geschieht durch hohe Ladung des betreffenden Quadranten und der Nadel in der Kontaktstellung.

Linke.

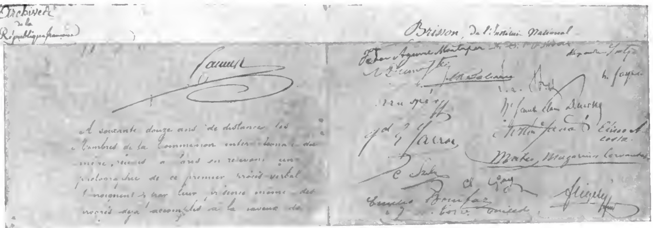
* * *

„Ueber den Bau der Quecksilberlinien; ein Beitrag zur Auflösung feinster Spectrallinien", so lautet der Titel einer Untersuchung, welche in den Sitzungsberichten der Berl. Akad. der Wissensch. erschienen ist. Die Verfasser, Herr Prof. Dr. Lummer und Herr Dr. Gehrcke, bedienen sich der Interferenzmethode von Lummer, um die feinsten, mit Prismen und Gittern nicht auflösbaren Spectrallinien zu analysieren. Das Licht durchsetzt eine unbelegte, planparallele Glasplatte grosser Dimension, bei jeder wiederholten inneren Reflexion nahezu streifend austretend. Infolge der Einführung eines Nicol'schen Prismas und der Verwirklichung streifender Incidenz ohne einen zu grossen Intensitätsverlust leistet diese Methode die erwartete Auflösungsfähigkeit. Alle lichtstarken Linien des Arons'schen Quecksilberbogenlichts zeigen einen weit komplizierteren Bau, als aus den bisherigen Untersuchungen hervorgeht. So konnte z. B. jede der beiden gelben Hg-Linien in einen Complex von wenigstens 5 bezw. 6 Linien aufgelöst werden. Der complizierte Bau der untersuchten Spectrallinien kann zur Erklärung der Anomalien herangezogen werden, welche man beim Zeeman-Effect beobachtet hat. Dass jede der gelben Hg-Linien im Magnetfelde eine Abweichung vom normalen Duplet bezw. Triplet zeigen wird, ist von vorn herein zu erwarten.

Beobachtungen zur Bestimmung der Schwerkraft auf dem Atlantischen Ocean. Auf Helmerts Vorschlag betraute im vorigen Jahre die Internationale Erdmessung Herrn Dr. Hecker vom Geodätischen Institut in Potsdam mit vergleichenden Beobachtungen von Siedethermometern und Quecksilberbarometern auf der Dampferlinie Hamburg—Lissabon—Rio de Janeiro, wozu die Hamburg-Südamerikanische Dampfschiffahrtsgesellschaft freie Fahrt gewährte. Dank den von Hecker getroffenen instrumentellen Einrichtungen gelang die Expedition vorzüglich. Es zeigte sich die Schwerkraft auf dem tiefen Ocean gleich gross mit der im Innern des Festlandes, in der Flachsee der Küsten aber etwas grösser. Hiermit bestätigt sich die sogenannte isostatische Hypothese von Pratt über die Constitution der Erdkruste.

Für die Schriftleitung verantwortlich: F. S. Archenhold, Treptow-Berlin; für den Inseratenteil: C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin W.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

Doppelbeilage zur illustrierten Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete „DAS WELTALL“ Jahrgang 3, Heft 6.
(zu F. S. Archenhold: Zum 70. Geburtstag von Prof. Dr. W. Foerster, S. 73).



Archives de la République française

Brisson, de l'Institut National

Zur Einführung des Metermasses.

Aus dem Archiv der Französischen Republik.

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

3. Jahrgang 7. Heft. **F. S. Archenhold**, Direktor der Treptow-Sternwarte. **1903 Januar 1.**

Verlag von C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin.

Diese Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. — Abonnementspreis vierteljährlich Mark 2.— (Ausland Mark 2.50), einzelne Nummer 50 Pfg. franko durch den Verlag, Berlin W. 35, Schöneberger Ufer 43, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungspreisliste 11. Nachtrag 7814 a).

Anzeigen-Gebühren: Die einspaltige Petitzeile 40 Pfg. 1/1 Seite 60.—, 1/2 Seite 30.—, 1/4 Seite 15.— Mk. Bei Wiederholungen Rabatt.

INHALT.

Die Röntgenstrahlen.

Von Dr. M. Wilhelm Meyer.*)

Als im Jahre 1895 Röntgen in Würzburg Versuche mit Kathodenstrahlen anstellte, sah er, wie ein zufällig in der Nähe befindlicher Schirm, von der Art wie man sie zur Sichtbarmachung von ultravioletten Strahlen verwendet, der also mit Bariumplatincyanür bestrichen war, in dem sonst dunklen Raume aufleuchtete, als ob er von solchem ultravioletten Lichte getroffen würde. Die Ursache dieses Aufleuchtens war zweifellos die Hittorf'sche Röhre. Dieselbe war aber nicht etwa mit einem Alminiumfenster versehen, aus dem die im Innern befindlichen Kathodenstrahlen**) hätten in die freie Luft bis zum Schirme dringen können. Die Wirkung ging offenbar von der grünlich fluorescirenden Stelle der Röhrenwand aus, die der Kathode gegenüber liegt, also der Antikathode. Sollte dieses Licht selbst so kräftig auf den Schirm wirken? Man umhüllte die Röhre mit einem schwarzen Tuch, durch welches für das Auge kein Lichtstrahl dringen konnte.

Der Schirm leuchtete nach wie vor. Man stellte eine dicke Holzplatte zwischen Schirm und Röhre; dieselbe Wirkung! Man legte die Hand auf die eine Seite des Schirmes: Da zeigte sich auf der anderen das eigentliche Wunder der neuentdeckten Strahlengattung: Es entstand ein Schattenbild, nicht der Hand selbst, sondern hauptsächlich nur ihrer Knochen; das Skelett bildete sich ab, während die Fleischteile nur zart angedeutet waren. Für die Röntgenstrahlen, wie man sie fortan nanute, war also durchsichtig, was für alles andere Licht undurchdringlich war. Eine unsichtbare und auch sonst ganz unmerkliche Wirkung wurde kräftiger, als das stärkste Licht, sobald man sie durch jenen empfindlichen Schirm für unser Auge sichtbar machte. So erschloss sich uns nicht nur ein Geheimnis der Natur ausser uns, sondern auch die Tiefen des eigenen lebenden Körpers wurden vor unsern staunenden Augen aufgethan, in

*) Der vorliegende Aufsatz bildet einen Teil eines demnächst im Verlage des Bibliographischen Institut (Meyer) in Leipzig erscheinenden Werkes des Verfassers, das unter dem Titel „Die Naturkräfte" das Gesamtgebiet der Physik und Chemie behandelt.

**) Vergl. „Weltall" Jg. 3, S. 37.

die noch keines Menschen Auge vorher gedrungen war. Nicht nur sah man mit andachtsvoller Stimmung sein eigenes Gerippe wie greifbar vor sich, fast als müsse man an einen übernatürlichen Einfluss glauben; wir sehen auch unser Herz, im rippengepanzerten Brustkorbe hängend, seine rytmischen Bewegungen ausführen, die uns in jeder Sekunde neu das Leben schenken. War es nicht begreiflich, dass diese Entdeckung sofort alle Gemüter bewegte, und dass keine andere, wieviel wertvoller sie auch für den Fortschritt unserer Naturerkenntnis gewesen sein mag, so schnell und so allgemein populär geworden ist, wie diese von dem Würzbürger Professor zufällig aufgefundene Eigenschaft oder Folgeerscheinung einer elektrischen Entladung, die sonst, zum Beispiel in den Kathodenstrahlen, dem denkenden Forscher kaum geringere Rätsel und Wunder vorlegt!

. .Wie. reihen wir die Röntgenstrahlen in unser Bild von den Naturerscheinungen ein? Wir müssen zur Beantwortung dieser Frage ihre besonderen Eigenschaften näher kennen lernen. Da diese Strahlen dieselben Stoffe zum Fluoreszieren bringen wie das ultraviolette Licht, so war es natürlich, zunächst auf den Gedanken zu kommen, sie möchten aus solchem kurzwelligen Lichte bestehen, das ja auch für unser Auge unsichtbar ist. Diese Erklärung musste man aber sofort fallen lassen. Ultraviolettes Licht besitzt die Haupteigenschaft der Röntgenstrahlen nicht, die der Durchdringlichkeit; es wird sogar leichter absorbiert als gewöhnliches Licht, ganz besonders von Glas. Die Röntgenstrahlen aber gehen selbst durch Metallplatten, die das Licht vollständig zurückwerfen.

Dagegen teilen sie mit dem ultravioletten Lichte neben ihren fluoreszierenden Wirkungen die photochemischen Eigenschaften. Man kann photographische Röntgenbilder, sogenannte R a d i o g r a p h i e n, herstellen. Dazu benutzt man selbstverständlich keinen photographischen Apparat, da es sich ja hier nur um Schattenbilder handelt. In den ersten Stadien der Anwendung legte man die durch Einwickeln in schwarzem Papier gegen die Einwirkungen des gewöhnlichen Lichtes geschützte lichtempfindliche Platte in ganz geringer Entfernung unter die Antikatbode der Hittorfröhre und den zu radiographierenden Gegenstand, z. B. die Hand, direkt auf die Platte. Man brauchte in der ersten Zeit etwa fünf Minuten, um auf diese Weise ein Bild der Skelettteile der Hand auf der Platte zu erzeugen. Seitdem ist es gelungen, die Expositionszeiten wesentlich zu verkürzen. Wir kommen auf einige Einzelheiten der Radiographie später zurück.

Durch ihre ungemeine Durchdringungskraft unterscheiden sich die Röntgenstrahlen auch sehr wesentlich von den Kathodenstrahlen, die ihrer Erzeugung voraufgehen müssen. Die letzteren können die Glaswand der Röhre nicht durchdringen, die ersteren aber gehen leicht hindurch. Es lag also zuerst die Vermutung nahe, dass die Röntgenstrahlen sich bereits in der Röhre unter die Kathodenstrahlen gemischt befinden, da wir ja manche Anhaltspunkte dafür haben, dass die letzteren aus einer ganzen Anzahl von verschiedenen Strahlengattungen bestehen. Der Stoff, welcher die Röntgenstrahlen trägt, wäre dann viel feiner als der die Kathodenstrahlen bildende und könnte die Glaswand der Röhre durchdringen. Es wäre nach dieser „Durchsiebung“ dann durchaus verständlich, wenn die Röntgenstrahlen sich auch noch in anderen Punkten von den Kathodenstrahlen unterscheiden würden. So ist es unter dieser Voraussetzung selbstverständlich, dass die Röntgenstrahlen nicht oder nur sehr wenig

reflektiert werden, während dies bei den Kathodenstrahlen in weit höherem Masse der Fall ist. Durchlässigkeit und Zurückwerfung wirken einander entgegen. Je mehr Partikelchen durchschlüpfen, je weniger können zurückgeworfen werden. Die Durchlässigkeit bedingt auch, dass keine merkliche Brechung der Strahlen stattfindet, die ja die Folge von Widerständen bei der Durchdringung ist. Man kann also die Röntgenstrahlen nicht in einem Brennpunkt vereinigen wie die Kathodenstrahlen und folglich auch kein vergrössertes oder verkleinertes Röntgenbild direkt erzeugen.

Es fehlen also den Röntgenstrahlen jedenfalls wesentliche Eigenschaften des Lichtes und es müsste deshalb zunächst zweifelhaft bleiben, ob man es bei ihnen überhaupt mit einer Wellenbewegung zu thun hat, die, mit Ausnahme der Erscheinungen der Schwerkraft, nach unseren hisherigen Erfahrungen allen anderen physikalischen Vorgängen zugrunde liegt. Wir können uns zum Beispiel die Röntgenstrahlen als einen Hagel von Aetheratomen vorstellen, die geradlinig von der Antikathode ausgehen, die also weiter keine Beziehungen ihrer gegenseitigen Lage haben, wie es mit den zu Lichtwellen geordneten Aetheratomen ist; sie wären also etwa ein wellenloses Licht zu nennen. Auf der anderen Seite enthalten aber die bisher gemachten Erfahrungen an den Röntgenstrahlen nichts, das unbedingt gegen ihre Wellennatur spricht. Wenn wir von lauter Stoffen umgeben wären, welche so durchgängig für das Licht sind, wie etwa verdünnte Gase, so hätten wir auch nichts von seinem Brechungs- und Reflexionsvermögen oder sonst von seinen Eigenschaften als eine Wellenbewegung zu erforschen vermocht. Die grosse Durchdringungskraft der neuen Strahlen stellt der Untersuchung praktische Schwierigkeiten entgegen. Es war deshalb durchaus nicht unmöglich, dass man trotz des mangelnden Brechungs- und Reflexionsvermögens an den Röntgenstrahlen Beugungserscheinungen wahrnehmen könne, die ja auch beim Licht zur genauen Bestimmung seiner Wellenlänge geführt haben. Nun ist es in der That gelungen (Haga und Wind), Beugungserscheinungen an diesen Strahlen zu beobachten. Der Versuch wurde im Prinzip ebenso durchgeführt, wie man durch Beugung die Grösse der Lichtwellen hestimmt. Es wurden Spalte, in Platinblech eingeritzt, von nur 0,001 mm Breite benutzt und Belichtungszeiten bis zu 200 Stunden angewendet. Es zeigten sich dann mikroskopisch feine Rippchen auf der photographischen Platte, deren Breite auf Wellenlängen von 0,00000027 bis 0,000000012 mm schliessen lassen, das sind Wellen, die rund 3000mal kleiner sind als die des gelben und noch etwa 1000mal kleiner als die kleinsten hisher beobachteten Wellen ultravioletten Lichts. Es wurde nun schon hald nach der Entdeckung dieser Strahlen von J. J. Thomson gezeigt, dass sich alle ihre Eigenschaften unter der Annahme erklären lassen, ihre Wellenlänge sei mindestens 15mal kleiner, als die der äussersten ultravioletten Strahlen. Sollten nun die oben angeführten äusserst feinen Beobachtungen auch wirklich auf einer Täuschung beruhen, so ist doch durch sie zum mindesten bewiesen, dass die Röntgenstrahlen, wenn sie überhaupt eine Wellenbewegung sind, nur ausserordentlich kleine Wellen hesitzen können.

Dies würde nun zunächst insofern in Widerspruch mit den optischen Gesetzen stehen, als die kleineren Wellen auch die brechbareren sind, während die Röntgenstrahlen gar nicht gebrochen werden. Wir können den Widerspruch lösen, indem wir entweder ihre Wellennatur überhaupt bezweifeln oder indem wir die Schwingungszahl dieser sehr kleinen Wellen vermindern, wodurch der

ihrer Bewegung entgegenstehende Widerstand gleichfalls vermindert wird. Die Schwingungszahl können wir nur durch die Annahme einer geringeren Fortpflanzungsgeschwindigkeit verkleinern. In der That scheint es, als ob diese erheblich kleiner sei als die des Lichts, wenn auch bedeutend grösser als die der Kathodenstrahlen. Man glaubt, Geschwindigkeiten bis zu 100 000 km in der Sekunde oder dreimal weniger als die des Lichtes gefunden zu haben. Doch leiden alle diese Beobachtungen noch an manchen Fehlerquellen, so dass ein abschliessendes Urteil über diese Frage von der Wellennatur der Röntgenstrahlen wahrscheinlich noch lange auf sich warten lassen wird.

Wir müssen nun noch weiter von fehlenden Eigenschaften dieser wunderbaren Strahlen berichten, wie wir es denn hier wirklich mit einem fast absoluten Nichts zu thun haben, das dennoch eine der wunderbarsten Wirkungen übt, uns beweisend, dass da, wo unser Materiebegriff aufzuhören scheint, wir doch noch lange nicht an den unteren Grenzen der Natur angelangt sind.

Die Röntgenstrahlen sind nicht mit Elektrizität geladen wie die Kathodenstrahlen (Curie und Sagnac). Daher werden sie auch nicht vom Magnet abgelenkt. Nichts behindert ihren geraden Weg. Aber um überall widerspruchsvoll und wunderbar zu sein, erzeugen diese unelektrischen Strahlen ihrerseits Elektrizität in Leitern, die sie treffen. Sie sind also in dieser Beziehung dem ultravioletten Licht ähnlich. Während aber dieses nur negative Ladungen entführt oder in Kathodenstrahlen verwandelt, können Röntgenstrahlen je nach dem Stoff, auf den sie wirken, beide Elektrizitäten daraus hervorlocken. Winkelmann machte folgendes Experiment. Er stellte eine Kupfer- und eine Aluminiumplatte einander in einem gegen Licht und der äusseren Luft abgeschlossenen Kasten gegenüber. Der letztere besass ein Aluminiumfenster, durch das Röntgenstrahlen auf die innen befindliche Aluminiumplatte fallen konnten. Verband man dann die Kupferplatte mit dieser letzteren, über ein Galvanometer hinweg leitend, so zeigte sich jedesmal ein Strom, solange die Aluminiumplatte von jenen Strahlen getroffen wurde. Der Strom besass eine Spannung von 0,5 Volt, das ist nur ungefähr dreimal weniger, als ein gewöhnliches Danielelement giebt. Wir haben hier vielleicht eine ganz ähnliche Erscheinung vor uns, wie die von Lenard gezeigte Erzeugung von Kathodenstrahlen durch ultraviolettes Licht.

Aus diesem Grunde entladen die Röntgenstrahlen ebenso wie die Kathodenstrahlen und das ultraviolette Licht mit Elektrizität behaftete Konduktoren, weil die umgebende Luft sie nicht mehr isoliert. Während aber ultraviolettes Licht und Kathodenstrahlen nur auf negative Ladungen in diesem Sinne wirken, entladen Röntgenstrahlen beide Arten von Elektrizität. Dies hängt offenbar mit ihrem eigenen, nicht geladenen Zustande zusammen. Negativ geladene Teilchen können negative Elektrizität von einem Körper abstossen, während sie etwaige positiv geladene Teilchen festhalten: ungeladene Teilchen aber können durch ihren Anprall beide Elektrizitäten freimachen und mit sich fortführen.

In ganz entsprechendem Sinne wirken auch die angeführten Strahlenarten auf die Funkenstrecke in freier Luft. Man pflegt oft hohe Stromspannungen durch die Länge der Funken zu bemessen, welche in freier Luft zwischen Spitzen überspringen, die man soweit von einander entfernt bis eben die Funkenentladungen aufhören. Durch die Bestrahlung der negativen Elektrode mit ultraviolettem Licht nimmt die Entladung eine andere Form an; bei Induktionsströmen zum Beispiel wird Büschelentladung in Funken verwandelt (Hertz).

Bei Bestrahlung der positiven Elektrode bleibt ultraviolettes Licht wirkungslos. Röntgenstrahlen aber wirken auf beiden Seiten.

Dass diese Strahlen andere, an sich unsichtbare Gegenstände leuchtend machen können, auf die sie fallen, haben wir ja schon an jener Schirmwirkung gesehen, durch welche sie sich zuerst verrieten. In ähnlicher Weise wirken sie auch auf verschiedene andere Salze, namentlich auch auf Flussspath, das infolge dessen zur Verstärkung der photographischen Wirkung angewendet wird. Steinsalz leuchtet nach energischer Bestrahlung mit Röntgenlicht sogar noch eine Weile nach (Keilhack).

Im Zusammenhange hiermit steht wahrscheinlich eine andere wunderbare von Sagnac 1898 entdeckte Eigenschaft dieser Strahlen.

Lässt man sie eine Weile auf eine Metallplatte fallen, so übertragen sie in geringem Masse ihre Eigenschaften auf diese: Die Platte sendet ihrerseits Strahlen aus, wie vorher die Antikathode. Man hat dieselben zur Unterscheidung Sekundarstrahlen genannt

Wir sehen offenbar wie die Röntgenstrahlen einen starken und nachhaltigen Einfluss auf die molekularen Bewegungen der Stoffe haben, auf welche sie treffen, sodass sie sogar ein deutliches Nachtönen in ihnen hervorrufen.

Auch auf das Selen wirken die Röntgenstrahlen (Perreau). Ein Selenpräparat, das im dunklen einen Widerstand von 40 000 Ohm besass, verringerte denselben bei Bestrahlung mit Tageslicht auf 33 000, bei solcher mit Röntgenlicht bei einem Abstand der Röhre von 0,5 cm auf 34 000 Ohm.

Fassen wir alle bisher gemachten Erfahrungen zusammen, so können wir uns folgendes, wenn auch nicht ganz klares Bild von der Natur der Röntgenstrahlen machen. In der Hittorfröhre werden von den elektrischen Wirbeln der Aetheratome, die nach unserer Grundanschauung die Träger aller Fernwirkung sein müssen, die vorhandenen Gasteilchen mitgerissen, und zwar umso schneller, je kleiner diese sind. Durch die wirbelnden Bewegungen werden die Moleküle teilweise gespalten. Es entstehen deshalb soviele Strahlengattungen wie Teilungen von verschiedener Grösse in den vorhandenen Molekülen stattfinden können. Durch die Berührung mit der Kathode nehmen sie negative Ladungen an, das heisst, sie erzeugen um sich sekundäre elektrische Wirbel. Dieselben treiben sie in gerader Richtung von der Kathode weg, sie bilden dadurch die Kathodenstrahlen, soweit sie immer noch zu gross sind, um durch die molekularen Poren des Glases hindurchzudringen. Nur die allerkleinsten Teilchen vielleicht die Massenatome selbst, die wir uns indes noch immer viel grösser denken als die, die Kraftwirkungen direkt übertragenden Aetheratome, können durch das Glas in die freie Luft hinaustreten, wobei sie ihre Elektrizität an das Glas abgeben. Diese kleinsten Teile bewegen sich mit weit grösserer Geschwindigkeit als die der Kathodenstrahlen; sie haben deshalb aus doppelten Gründen weit mehr Durchdringungskraft. Stossen sie dabei auf Massenmoleküle, so können sie dieselben chemisch spalten, photographische Eindrücke erzeugen oder den Aether zwischen ihnen in Schwingungen versetzen, die sich, je nach ihrer Art, als Luminiscenz oder als elektrische Wirkungen kundgeben. Da diese strahlenförmig ausgeschleuderten Teilchen keine oder doch nur eine Wellenbewegung besitzen, die weit unter der Grenze der Empfindlichkeit unserer Sehzapfen liegt, so müssen diese Strahlen für uns unsichtbar bleiben. Wenn man sehr intensive Röntgenstrahlen dennoch in der Luft leuchtend sah, so ist dies offenbar nur eine Folgeerscheinung, wie die der Luminiscenz in den ange-

führten Salzen. Erst die Stösse bringen die Lichtschwingungen hervor, ebenso entsteht das Glimmlicht und das schwache Licht der Kathodenstrahlen.

Bei der Wichtigkeit der Anwendung von Röntgenstrahlen, namentlich für wissenschaftlich anatomische und für chirurgische Zwecke hat man in den letzten Jahren die zu ihrer Erzeugung nötigen Apparate sehr wesentlich zu vervollkommnen gewusst. Zunächst hatte man sich bemüht, den Röhren eine möglichst praktische und haltbare Form zu geben. Wir haben gesehen, dass die Röntgenstrahlen nur bei Gasdrucken in bestimmten Grenzen entstehen. Solange der Druck noch zu hoch ist, entwickeln sich keine genügend kräftigen Kathodenstrahlen in der Röhre; wird aber der Druck zu gering, so hört die Ueberführung der Elektrizität zwischen den Elektroden überhaupt auf. Während des Gebrauchs ändert sich nun der Druck in der Röhre. Dies kann unter verschiedenen Umständen in verschiedenen Richtungen geschehen. An den Glaswänden bleibt, wie an allen festen Gegenständen, immer eine Luftschicht haften, von der ein Teil, durch die starke Erwärmung der Röhre beim Aufprallen der Kathodenstrahlen losgelöst wird, wodurch der Gasdruck sich steigert, während Partikelchen vom Elektrodenmaterial, die sich losreissen, Luft absorbieren.

Man hatte also zunächst dafür zu sorgen, dass die Glaswände sich nicht so stark erhitzten. Dies erreichte man dadurch, dass man die Antikathode überhaupt nicht mehr auf der Glaswand entstehen liess, sondern mitten in der Röhre, indem man im Brennpunkte der von der hohlspiegelförmigen Kathode herkommenden Strahlen einen Hohlspiegel von Platin befestigte und mit der gewöhnlichen Anode verband. Die Röntgenstrahlen entstehen nun schon auf dem Platinspiegel und zwar in wesentlich verstärktem Masse, als bei der ersten Anordnung, und die Röhre wird nicht mehr warm. Solche Röhre kann mit der Zeit nur gasärmer werden, sie arbeitet, wie man sagt, immer härter, contrastreicher, solange überhaupt noch Strahlen durchdringen. Durch Erwärmung kann man den Gasdruck wieder erhöhen. Solche Röntgenröhren sind von Hirschmann in Berlin in den Handel gebracht. Siemens & Halske haben eine sogenannte regulierbare Röntgenröhre konstruiert, die in einem Seitenrohre Phosphor enthält. Dieser hat die Eigenschaft, Luft bei Erwärmung stark zu absorbieren. Ist der Gasdruck zu gross, so lässt man den Strom über den Phosphor gehen, bis die gewünschte Verdünnung constatiert wird. Bei zu geringem Druck hilft wieder Erwärmung ab. Wichtig war es auch, die Induktorien zu verbessern und namentlich die Zahl der Unterbrechungen des primären Stromes soviel als möglich zu erhöhen. Einen wesentlichen Fortschritt brachte in dieser Beziehung die Quecksilber-Wippe, die erst ebenso wie der Wagner'sche Hammer durch einen Elektromagneten, in neuerer Zeit aber durch einen besonderen kleinen Elektromotor bewegt wird. Bei derselben taucht eine Nadel in ein Gefäss mit Quecksilber abwechselnd auf und nieder, dadurch den Strom schliessend und unterbrechend. Ueber dem Quecksilber befindet sich eine Schicht Petroleum oder Spiritus, um das Spritzen des Ersteren zu vermeiden. Andere Unterbrecher, wie der Quecksilberstrahl-Unterbrecher und solche, die wie der Wehnelt'sche, auf elektrolytischer Zersetzung beruhen, können hier nicht mehr beschrieben werden. Durch solche Vorrichtungen wird der Strom bis zu hundert und mehrmal in der Sekunde unterbrochen und die mit den besten Induktorien erreichten Spannungen gehen bis zu 300000 Volt.

Mittels aller dieser Verbesserungen ist es beispielsweise Donath gelungen, schon in zwei Sekunden ein Röntgenbild vom Schultergelenk und Brustkorb zu

erzeugen, wozu man im ersten Jahre nach der Entdeckung noch nahezu eine Stunde gebrauchte. Der Brustkorb gilt als einer der schwierigsten Röntgenobjekte. Bei leichteren, wie zum Beispiel der Abbildung eines Handskeletts, kann man heute schon beinahe von Momentaufnahmen reden.

Ueber die Anwendung der Radiographie in der Heilkunde hat Ernst von Bergmann auf der Naturforscherversammlung zu München im Jahre 1899 einen lichtvollen Vortrag gehalten. Er führte zunächst aus, dass die sensationelle Wirkung, welche die wunderbare Entdeckung allgemein hervorrief, zu allzu grossen Hoffnungen für die Verwendbarkeit der Röntgenstrahlen verleitet habe, und dass es jetzt an der Zeit sei, vor solchen Uebertreibungen zu warnen. Ueber die Wirkung dieser Strahlen auf Bakterien sind widersprechende Resultate zutage gefördert worden. Die Wirkungen auf die Haut beschränken sich auf solche, die durch gewöhnliche Licht- und Wärmequellen auch hervorzubringen sind; ein Senfpflaster thäte oft dasselbe und wäre jedenfalls billiger. „Vielleicht", sagte der Vortragende launig, dass anderen die Röntgenstrahlen gewogener sind, als mir, der ich versucht habe, verehrten Freundinnen, denen ein unwillkommenes Bärtchen auf Kinn und Lippen sprosste, die störenden Härchen durch lange fortgesetzte Bestrahlung zu nehmen und keinmal Erfolg hatte." „Die Röntgenstrahlen haben auf unser Wohlbefinden oder Krankempfinden nicht den geringsten Einfluss. Auch für die Untersuchung der inneren Weichteile von Herz und Nieren ergaben sich nur Nebel- und Trugbilder, welche der Phantasie den weitesten Tummelplatz boten, und schon längst ein schärferes Anziehen der Zügel unserer Kritik gefordert hätten." Die Bedeutung der Röntgenstrahlen für die Medizin ist deshalb so gross und hoch, weil sie in nichts anderem besteht, als in der Vermehrung unseres anatomischen und unseres pathologisch-anatomischen Wissens: „Seit wir gelernt haben, mit Röntgenstrahlen zu untersuchen, ist die Lehre von den Fremdkörpern in der Chirurgie von Grund aus umgestaltet und die Lehre von den Knochenbrüchen in wichtiger und wesentlicher Weise erweitert worden."

Auch auf dem Gebiete der Zoologie hat die Radiographie oft eine hilfreiche Hand geboten, indem sie den Skelettbau von seltenen Objekten aufdeckte, die man deswegen nicht gern ihrer Weichteile berauben wollte, oder wenn es sich um kleine Tiere handelte, bei denen eine so vollständige Herausschalung des Knochengerüstes gar nicht möglich wäre, wie sie das Röntgenbild sichtbar macht.

Endlich mag noch erwähnt werden, dass auch auf gewissen Industriegebieten die Röntgenstrahlen eine Anwendung zu finden beginnen. Man kann durch dieselben Gussfehler oft leicht erkennen, da sich Blasen im Innern von Gussstücken schon durch den blossen Anblick mit dem „Kryptoskop" verraten. Dieses kleine Instrument ist ein einfacher Guckkasten, der vorn mit dem fluorescierenden Schirm versehen ist. Auch versteckte Brüche oder Lötstellen lassen sich nachweisen. Unechte Diamanten sind von echten zu unterscheiden und andere Dinge mehr. Aber alle diese letzteren Anwendungen haben noch wenig Verbreitung gefunden.

Es scheint demnach, als ob die wunderbare Kraft der Röntgenstrahlen auf ein weit engeres Arbeitsgebiet beschränkt bleiben sollte, als man bei ihrer Entdeckung vermutet hatte.



Kleine Mitteilungen.

Vier neue Veränderliche vom Algoltypus wurden im abgelaufenen Jahre entdeckt, sodass die Zahl der bis jetzt bekannten Sterne dieser Art auf 25 gestiegen ist. Einer dieser Funde gelang mit Hilfe der zahlreichen Aufnahmen, welche die Harvardsternwarte von der Gegend des durch unerwartet eintretendes Aufleuchten merkwürdigen Veränderlichen SS im Schwan besitzt. Die Lichtminima des neuen Variablen folgen sich in einer Periode von 31,3 Tagen, welche die bisher als die längste bekannte Periode eines Algolsterns (9,5 Tage bei S Cancri) um das Dreifache übertrifft. — Zwei weitere Veränderliche fand Stanley Williams in der Leier und im Perseus auf photographischen Aufnahmen; ihre Perioden betragen 3,599 und 3,057 Tage. Endlich entdeckte Frau Ceraski auf Moskauer Aufnahmen einen Stern verwandter Art im Schwan, dessen Periode noch nicht feststeht; sie kann 18 Tage oder auch nur einen Teil dieser Zeit umfassen.

Nach der Periodendauer verteilen sich die Algolveränderlichen folgendermassen:

Periode unter 1 Tag:	2 Sterne	Periode 4 bis 5 Tage:	3 Sterne
„ 1 bis 2 Tage:	3 „	„ 5 „ 6 „	1 Stern
„ 2 „ 3 „	5 „	„ 6 „ 7 „	2 Sterne
„ 3 „ 4 „	6 „	„ 9 „ 31 „	3 „

Je länger die Periode ist, und je seltener die Minima sind, desto geringer werden die Gelegenheiten, die Veränderlichkeit zu bemerken. Mit der Verlängerung der Periode dürfte im allgemeinen auch die Entfernung der sich periodisch verdeckenden und dadurch die Lichtverminderung verursachenden Sterne werden. Je grösser aber der Abstand der zwei Sterne eines solchen Systems ist im Vergleich zu ihren Durchmessern, desto steiler muss die Bahn zur Himmelsfläche liegen, wenn noch eine wenigstens teilweise gegenseitige Verdeckung möglich sein soll. Somit sind langperiodische Algolveränderliche von Natur aus seltener und zweitens sind die wirklich existierenden nicht so bald zu entdecken, die geringe Anzahl von Perioden über 5 Tagen in obiger Zusammenstellung ist daher leicht begreiflich. A. Berberich.

* * *

Vorlesungen von Dozent F. S. Archenhold an der Humboldt-Akademie*):

1. Weltanschauung und Himmelskunde; der Wandel des Weltbildes unter dem Einfluß der Himmelsbeobachtung, mit Vorführung von Lichtbildern und einem Besuch der Treptow-Sternwarte. Freitags 5—6 Uhr nachm., Beginn 16. Januar 1903 (10 Stunden) in der Aula der Kaiser Friedrich-Schule am Savignyplatz. Programm: Die Mächte des Lichtes und des Dunkels, Gut und Böse. — Horizont, Höhe, Azimut. Drehung der Erde. Tag und Nacht. — Woche, Monat und Jahr. — Sonne, ihre Verehrung. — 12 Sonnen- und 28 Mondhäuser. Milchstraße als Weltschlange. — Sternkunde der Chaldäer, Aegypter und Chinesen. — Sintflut und Schöpfung. — Sterndeutung und Teufelsglaube. — Die Messiasidee. — Buddha, Confucius, Jesus. — Astrologie im Mittelalter. — Kopernikus, Giordano Bruno, Galilei. — Der Sieg des Unendlichkeitsgedankens.

2. Einführung in die mathematischen Grundbegriffe; Vorbereitung für das Verständnis astronomischer und physikalischer Vorlesungen, mit praktischen Uebungen im Freien. Freitags 9—10 Uhr abends, Beginn 9. Januar 1903 (10 Stunden) im Dorotheenstädtischen Realgymnasium, Georgenstr. 30/31. Programm: I. Aus der Planimetrie: Punkt. — Linie — Winkelarten. — Dreiecke und Vielecke. — Kreis, Begriff der Sehne und Tangente. — Grad, Minute, Sekunde. — Die Flächenräume. — II. Aus der Stereometrie: Lage der Graden zur Ebene, senkrechte, schiefe und parallele. — Körperliche Ecke. — Prisma, Cylinder, Kegel. — Kugel und sphärisches Dreieck. — III. Aus der Trigonometrie; Einführung der goniometrischen Funktionen: Sinus, Cosinus, Tangens, Kontangens. Anwendungen in der Astronomie und Physik.

(Damen und Herren sind als Hörer zugelassen.)

*) Für die Mitglieder des „Vereins von Freunden der Treptow-Sternwarte" ist die Hörgebühr des Cyclus auf 3 Mk. ermäßigt. Schriftliche Meldungen an das „Bureau der Sternwarte zu Treptow bei Berlin" erbeten.

Für die Schriftleitung verantwortlich: F. S. Archenhold, Treptow-Berlin; für den Inseratenteil: C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin W.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

3. Jahrgang 8. Heft. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte. 1903 Januar 15.

Verlag von C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin.

Diese Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. — Abonnementspreis vierteljährlich Mark 2.— (Ausland Mark 2.50), einzelne Nummer 50 Pfg. franko durch den Verlag, Berlin W. 35, Schöneberger Ufer 43, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungspreisliste 11. Nachtrag 7814 a).
Anzeigen-Gebühren: Die einspaltige Petitzeile 40 Pfg. 1/1 Seite 60.—, 1/2 Seite 30.—, 1/4 Seite 15.— Mk. Bei Wiederholungen Rabatt.

INHALT.

Warum machten die Babylonier den Saturnstag, Sonnabend, zum Ruhetag?

Von F. S. Archenhold.

In meinen Vorlesungen „Weltanschauung und Himmelskunde" in der Humboldt-Akademie, in denen ich vom astronomischen Standpunkte aus den Wandel unserer Weltanschauung unter dem Einfluß des Klimas und der Himmelsbeobachtung schildere, behandle ich auch eingehend die bei den verschiedenen Völkern entstandenen Zählweisen der Zeit. — Tag, Nacht, Monat und Jahr knüpfen sich eng an den Lauf der Gestirne. Sie haben daher auch bei fast allen Völkern dieselbe Länge. Hiergegen wird die Woche in 5, 7, 10 und 20 Tage eingeteilt. Allmählich hat auch hier die Woche die größte Verbreitung gefunden, welche die Zahl der seit den ältesten Zeiten bekannten Planeten enthält, nämlich die Woche mit 7 Tagen. Sonne und Mond zählte man noch zu den 5 Planeten: Merkur, Venus, Mars, Jupiter, Saturn. Die beiden teleskopischen Planeten Uranus und Neptun waren noch unentdeckt.

Es waren die Babylonier, welche zuerst jedem der 7 Planeten einen Wochentag weiheten und eines der ihnen bekannten Metalle zuordneten. Hieraus entstand folgendes Schema:

Sonne,	Mond,	Mars,	Merkur,	Jupiter,	Venus,	Saturn.
☉	☽	♂	☿	♃	♀	♄
Gold,	Silber,	Eisen,	Quecksilber,	Zinn,	Kupfer,	Blei.
Sonntag,	Montag,	Dienstag,	Mittwoch,	Donnerstag,	Freitag,	Sonnabend.

Es drängt sich uns zunächst die Frage auf, aus welchem Grunde die Babylonier die jetzt übliche Reihenfolge der Wochentage wählten. Wenn wir diese Planeten nach ihrer Helligkeit ordnen, so entsteht folgendes Schema:

Die Planeten nach ihrer Helligkeit geordnet:

Sonne,	Mond,	Venus,	Jupiter,	Mars,	Saturn,	Merkur.
Sonntag,	Montag,	Freitag,	Donnerstag,	Dienstag,	Sonnabend,	Mittwoch.

Obgleich es wohl verständlich gewesen wäre, wenn die Babylonier die Planetengötter nach der Lichtfülle, die sie auf die Erde senden, angeordnet und entsprechend die Reihenfolge der Wochentage gewählt hätten, so sehen wir jedoch aus obigem Schema, daß dies nicht geschehen ist. Da den babylonischen Priestern keine Fernrohre zur Verfügung standen, so konnten sie von der Oberfläche der Planeten nichts wissen. Aber etwas anderes haben sie genau verfolgen können, nämlich die scheinbare tägliche Bewegung dieser Gestirne. Ordnen wir einmal die Planeten nach ihrer mittleren täglichen Bewegung an, so erhalten wir folgendes Schema:

Die Planeten nach ihrer mittleren täglichen Bewegung geordnet:

Mond,	Merkur,	Venus,	Sonne,	Mars,	Jupiter,	Saturn.
13° 10′ 35″	4° 5′ 32″	1° 36′ 8″	59′ 8″	31′ 27″	4′ 59″	2′
Montag.	Mittwoch.	Freitag,	Sonntag.	Dienstag,	Donnerstag,	Sonnabend.

Am langsamsten bewegt sich der Saturn, am schnellsten der Mond. Auch hierin drückt sich noch nicht die richtige Reihenfolge der Wochentage aus. Wir müssen schon die astrologischen Neigungen der Babylonier berücksichtigen, wenn wir auf das richtige Schema kommen wollen.

Die alten Chaldäer glaubten nämlich, daß eine jede der 24 Tagesstunden von einem Planeten beherrscht werde und zwar, daß der auf die erste Stunde fallende Planet den ganzen Tag regiere. Auch des Jahres Regent, wie er immer im Kalender angeführt wird, ist derjenige Planet, dessen Herrschaft auf die erste Stunde des ersten Tages im Jahre fällt. Stellen wir den Planeten, welcher die geringste tägliche Bewegung macht, an die Spitze und widmen die erste Stunde dem mächtigsten Gestirn, der Sonne, so ist die zweite Stunde des ersten Tages der Venus, die dritte dem Merkur, die vierte dem Mond u. s. w. geweiht. Die erste Stunde des zweiten Tages gehört dann dem Mond, die zweite Saturn etc., und wir erhalten folgendes Schema:

Saturn,	Jupiter,	Mars,	Sonne,	Venus,	Merkur,	Mond.
—	—	—	1 (1)	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	1 (2)
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	1 (3)	2	3	4	5
. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
—	—	—	—	—	1 (4)	—
—	1 (5)	—	—	1 (6)	—	—
1 (7)	—	—	1 (1)	—	—	—

Dies ist die noch jetzt übliche Reihenfolge der Wochentage:

1 (1)	1 (2)	1 (3)	1 (4)	1 (5)	1 (6)	1 (7)
Sonne,	Mond,	Mars,	Merkur.	Jupiter,	Venus,	Saturn.
Sonntag,	Montag,	Dienstag,	Mittwoch,	Donnerstag,	Freitag,	Sonnabend.

Meines Wissens ist es bisher noch nicht versucht worden, weiter zu erklären, warum gerade der Sonnabend, der Saturnstag, von den Babyloniern als **Ruhetag** gewählt wurde. Wenn man sich die in den astrologischen Schriften dem Saturn zugeschriebenen Eigenschaften näher ansieht, so muß man sich wundern, daß ein so ungünstiger Tag von den Babyloniern als Gottestag bestimmt wurde. Es heißt hierselbst: „Saturnus ist ein männlicher Planet, stehend im siebenten Himmel, trocken und kalt, aber gelegentlich feucht, von der Natur

der Erde, melancholisch; er hat die Natur des Bleis, ist dunkel, er liebt dunkle Gewänder, ist andauernd, fromm, liebt den Ackerbau; von den Metallen hat er das Blei, von den Temperamenten die Melancholie, er erfreut sich am Ackerbau, an dem Alter, von den Jahreszeiten am Herbst, sein Tag ist der Samstag mit der ersten Stunde, der achten, der fünfzehnten und der zweiundzwanzigsten, seine Nacht ist die des Mittwochs, sein Freund ist Mars, sein Feind die Sonne, er hat zwei Wohnungen, des Tages den Steinbock, des Nachts den Wassermann, sein Leben oder seine Erhöhung ist in der Wage, sein Tod oder seine Erniedrigung im Schützen, er geht durch die zwölf Zeichen in dreißig Jahren und etwas mehr, was nicht in Betracht kommt, anfangend vom Steinbock, in zwei und einhalb Jahren oder in dreißig Mondumläufen geht er durch ein Zeichen, in einem Monat legt er einen Grad zurück, in einem Tag schreitet er zwei Minuten vor, in einer Stunde fünf Sekunden, und dann kehrt er zu seinem Anfang zurück."

Durch die neusten assyriologischen Forschungen ist festgestellt worden, daß die astronomischen Kenntnisse der Babylonier schon einen hohen Stand erreicht hatten, besonders war ihnen der Sonnen-, Mond- und Planetenlauf recht genau bekannt. Deshalb haben sie auch die weiter oben angeführten scheinbaren mittleren Bewegungen annähernd gekannt.

Ich möchte nun folgende Erklärung für die Wahl des Sonnabends als Ruhetag hier aufstellen: Die Bewegung, die nämlich Saturn im Laufe einer Nacht macht, war für das unbewaffnete Auge nicht sichtbar. Die chaldäischen Priester, die noch kein Fernrohr besaßen, konnten eine Bewegung von einer Bogenminute nicht wahrnehmen. Saturn war also der einzige Planet, welcher scheinbar unter den Sternen ruhte. Durch diese Beobachtung mag überhaupt erst die Idee aufgetaucht sein, einen Ruhetag einzuführen. Und was war nun natürlicher, als hierfür den Tag zu wählen, der dem Planeten geweiht war, welcher keine Bewegung zeigte, und das war der Saturn. Die nächtliche Bewegung aller anderen Planeten konnten die Priester noch mit unbewaffnetem Auge verfolgen.

Zum Schluß möchte ich noch bemerken, daß die Ägypter, als diese Planetenwoche auch bei ihnen ihren Einzug hielt, sich weigerten, den Sonnabend als Festtag zu feiern. Sie, als spezielle Sonnenanbeter, wählten naturgemäß den Tag, der der Sonne geweiht war, also den Sonntag, zu ihrem Festtag. Die ersten Christen hatten ursprünglich den Sonnabend noch beibehalten, nahmen aber im dritten Jahrhundert auch unter dem Einfluß alexandrinischer Gelehrten den Festtag der Ägypter, den Sonntag, als Ruhetag an.

In den letzten Jahren wird von allen Kulturstaaten eine fieberhafte Tätigkeit an den Ufern des Euphrats und Tigris ausgeübt, um die fast 6000 Jahre unter Trümmern schlummernden babylonischen Urkunden ans Tageslicht zu fördern. Es sind Tiere, über die die Bibel berichtet, ohne daß man sie früher identifizieren konnte, in farbigen Reliefbildern aufgefunden und erkannt worden. Ausgegrabene Rechentafeln und Grenzsteine mit astronomischen Zeichen verkünden uns den hohen Stand der Kenntnisse der Ureinwohner Babylons. Zwei verdiente Assyriologen, Professor Delitsch und Professor Hilprecht, haben in diesem Monat kurz nach einander ihre Forschungsergebnisse weiteren Kreisen vorgetragen. Die beredte Sprache der Tonziegel lässt für die Zukunft noch manche wichtige Aufklärung erwarten.



Faltungs- und Plateaugebirge in ihrem Verhalten zur Verteilung der Schwerkraft.

Von Prof. S. Günther, München.

Die gegenwärtige Note knüpft an an eine frühere Erörterung[1]) der Frage, womit wohl die eigenartige Verteilung der Erdschwere unter Gebirgen und Flachländern zusammenhängen möge. Die ersten genauen Schwereprofile, welche durch Kettengebirge gelegt wurden, führten bekanntlich zu dem allerdings nicht ganz unerwarteten[2]), in dieser Reinheit und Deutlichkeit jedoch immerhin auffälligen Resultate, daß unterhalb der Alpen die Intensität der Erdanziehung gegenüber derjenigen in der Ebene vermindert ist. Die Pendelmessungen v. Sternecks[3]) und Helmerts[4]) ließen darüber keinen Zweifel. Eine eigentliche Erklärung des Sachverhaltes schien einstweilen nicht möglich; man behalf sich mit der provisorischen Annahme, daß die tieferen Schichten des Alpenmassives wesentlich aus Stoffen von verhältnismäßig geringer Dichte zusammengesetzt seien. So wenig geleugnet werden kann, daß diese Hypothese mit bekannten geologischen Tatsachen nicht in Widerspruch steht, so ist doch andererseits gewiß auch der Versuch berechtigt, die Erscheinung mit dem Gebirgsbildungsakte selbst in ursächliche Verbindung zu bringen, und damit ist eben an der bezeichneten Stelle ein Anfang gemacht worden. Man kann sich auch vorstellen, daß der Massendefekt nicht blos ein scheinbarer, sondern ein wirklicher ist, und daß durch den Faltungsakt selbst ein Hohlraum erzeugt wurde.

Fig. 1.

An jenem Orte ist auf die Modalitäten des Faltungsaktes näher eingegangen worden. Legt man ein Stück Papier oder Tuch durch je einen in entgegengesetztem Sinne gegen die Enden gerichteten Druck in eine Falte, so sieht man sofort, daß sich unter dieser ein hohler Raum gebildet hat. Und nicht anders verhält es sich mit einer Kugelschale, die einer derartigen Kraftwirkung ausgesetzt wird. M (Fig. 1) sei der Mittelpunkt einer Kugel, deren Außenhülle sich in mehr oder minder starrem Zustande befinden möge. Bei B und D sollen

[1]) Günther, Zur Lehre vom Mechanismus der Gebirgsfaltung, Verhandlungen der 71. (Münchener) Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte. 2. Teil, 1. Hälfte, Leipzig 1900, S. 250 ff.

[2]) Schon die ersten Untersuchungen über Gebirgsanziehung, vorgenommen im Anschlusse an die peruanische Gradmessung der französischen Akademiker im Jahre 1735, ließen bemerken, daß erstere nicht so bedeutend war, als man mit Rücksicht auf die ungeheuren Bergmassen vermutet hatte (De la Métherie-Eschenbach, Theorie der Erde, 1. Teil, Leipzig 1797, S. 57 ff.). Beim Himalaya wiederholte sich diese Wahrnehmung, und man half sich mit dem verzweifelten Auskunftsmittel, die Gebirge schwämmen im feurig-flussigen Magma und verlören so nach dem archimedischen Prinzipe einen Teil ihres der Masse proportionalen Gewichtes. Vgl hierzu: Ph. Fischer, Untersuchungen über die Gestalt der Erde. Darmstadt 1868; Penck, Theorien über das Gleichgewicht der Erdkruste, Wien 1889; Günther, Handbuch der Geophysik, 1. Band, Stuttgart 1897, S. 178 ff. Andere waren der Meinung, das Gebirge sei so reich an unterirdischen Höhlen, daß ihm dadurch seine Attraktionswirkung großenteils genommen werde; dies sollte z. B. für die sehr geringe Lotabweichung am Nordrande des Kaukasus gelten (Peschel-Leipoldt, Physische Erdkunde. 1. Band, Leipzig 1884, S. 187).

[3]) v. Sterneck, Die Schwerkraft in den Alpen und Bestimmung ihres Wertes in Wien. Wien 1893; Relative Schwerebestimmungen, ausgeführt im Jahre 1893, Wien 1894.

[4]) Helmert, Die Schwerkraft im Hochgebirge, besonders in den Tiroler Alpen, in geodätischer und geologischer Beziehung, Berlin 1890.

zwei gleiche, entgegengesetzte Kräfte wirken, *AB* und *CD*; zerlegt man jede derselben in eine radiale und eine tangentiale Komponente, so üben die ersteren, *EB* und *FD*, keine besondere Wirkung aus, während die beiden Horizontalschübe *GB* und *HD* dazu dienen, das von zwei Kugelflächen begrenzte Rindenstück *BDKI* aufzuwölben. Der in der Figur schraffierte Flächenraum ist also jetzt frei von Masse. Es bedarf kaum der Betonung, daß das Wort Erdrinde hier lediglich denjenigen Teil unseres Planeten bezeichnen soll, der aus festem Gesteine zusammengesetzt ist, und daß auch im übrigen nicht daran gedacht wird, nach Art der englischen Geophysiker jenseits der Kruste ein feurig wogendes Meer vorauszusetzen[1]). Dessen Fluten würden ja sonst in die entstehende Lücke einströmen und sie ausfüllen.

Bis vor kurzem fehlte es zur Prüfung der Frage, ob ein gefaltetes Gebirge sich der Schwerkraft gegenüber anders als ein Plateaugebirge verhalte, am notwendigen Materiale. Die neueste Zeit dagegen hat uns solches, und zwar von höchstem Werte gebracht, indem in Bayern seitens der Münchener Astronomen Anding und Oertel eine sehr große Anzahl exakter Messungen mit dem Sterneck'schen Pendel durchgeführt wurde[2]). Dieselben beziehen sich auf das Kalkalpengebirge im Süden, auf die schwäbisch-bayerische Hochebene, auf das Donautal und auf die Mittelgebirge in Nordbayern. Ehe wir auf die ermittelten Werte zu sprechen kommen, wollen wir noch der Methode, nach der gearbeitet wurde, ein paar Worte widmen.

Unter der Annahme, daß die Erde ein wirkliches abgeplattetes Umdrehungsellipsoid sei, kann die einer gegebenen geographischen Breite φ entsprechende Schwerebeschleunigung γ_φ durch einen Ausdruck von der Form $(a + b \sin^2\varphi)$ dargestellt werden; für die Konstanten a und b haben verschiedene Forscher auch verschiedene, wiewohl niemals weit von einander abweichende Zahlen berechnet, und zur Zeit bedient man sich allseitig der Helmertschen Formel. Der Apparat v. Sternecks hinwiederum macht uns mit jener Größe g_φ bekannt, welche die Schwerebeschleunigung am fraglichen Orte tatsächlich besitzt. Als Schwerkraftanomalie ist die Differenz[3]) $(g - \gamma)$ zu bezeichnen. Wäre sie überall null, so wäre die Erde ein mathematisches Sphäroid; ihr negativer Wert deutet einen Überschuß der berechneten über die beobachtete Schwerkraft, einen Massendefekt, und ihr positiver Wert deutet ein Zurückbleiben der berechneten hinter der beobachteten Schwerkraft, einen Massenüberschuß, an.

[1]) Wenn man die Erde als starren, unnachgiebigen Körper betrachtet, kann man sie ebensowohl als wesentlich homogen oder auch als einen die verschiedensten Aggregatzustände der Materie in stetiger Aufeinanderfolge enthaltenden Ball gelten lassen (Günther, a. a. O., 1. Band S. 354 ff.). Beide Konstitutionsformen lassen sich mit dem vereinbaren, was uns die Theorie der Präzession und Nutation, sowie die Gezeitenlehren offenbart haben.

[2]) Die Ergebnisse sind noch nicht publiziert, wurden aber durch General v. Orff, der sich seit Jahren mit den Gradmessungsarbeiten beschäftigt, der K. bayer. Akademie der Wissenschaften vorgelegt. Das Sterneck'sche Instrument gestattet, wie man weiß, nur relative Bestimmungen für einen Normalort — hier die Münchener Sternwarte Bogenhausen — muß mithin g anderweit bekannt sein. Der Wert wurde aus vier Anschlußbeobachtungen hergeleitet, welche Oertel 1896 in Wien, Anding 1898 ebenda und 1899 in Potsdam, Hayd (Karlsruhe) endlich 1900 in Straßburg i. E. angestellt hatten. Die vier Zahlen stimmen bis auf 0,01 mm mit einander überein, so daß also dem g Münchens das größte Vertrauen geschenkt werden darf.

[3]) Von der Anbringung der Indizes kann in unserem Falle ohne weiteres Abstand genommen werden.

Nachdem dies festgestellt ist, geben wir die erwähnten Werte der Größe $(g - \gamma)$ in Millimetern wieder[1]. Es sind die folgenden:

I.	München	— 0,18	Berchtesgaden	— 0,55
	Peissenberg	— 0,45	Lenggries	— 0,50
	Rosenheim	— 0,52	Benediktbeuern	— 0,52
	Traunstein	— 0,48	Mittenwald	— 0,55
	Holzkirchen	— 0,37	Augsburg	— 0,02
	Mühldorf	— 0,07	Pfaffenhofen	+ 0,01
	Dachau	— 0,07	Landshut	+ 0,15
II.	Donauwörth	+ 0.18	Nürnberg	+ 0,20
	Ingolstadt	+ 0.29	Forchheim	+ 0,18
	Regensburg	+ 0,15	Bamberg	+ 0,27
	Deggendorf	+ 0,18	Lichtenfels	+ 0.15
	Passau	+ 0,15	Freyung	+ 0,22
	Nördlingen	+ 0.26	Regen	+ 0,20
	Öttingen	+ 0,20	Cham	+ 0,19
	Eichstätt	+ 0,26	Parsberg	+ 0,12
	Pleinfeld	+ 0,13	Neumarkt i. O.	+ 0,13
	Roth a. S.	+ 0.09	Amberg	+ 0.16

Gruppe I umfaßt ausschließlich Orte im südlichen Teile des Königreiches, Gruppe II solche an und nördlich der Donau. Zum Vergleiche seien auch noch die außerbayerischen Stationen Innsbruck und Koburg herangezogen, für welche $g = -0,82$ mm[2]) und $g = +0,21$ mm gefunden worden ist.

Unterzieht man diese Tabelle der Durchmusterung, so stellt sich unverzüglich heraus, daß eine Linie mit völlig normalem Schwereverhältnis Altbayern etwa in der gleichen Entfernung vom Voralpenrande[3]) und vom Donautale durchläuft. Pfaffenhofen an der Ilm liegt dieser Linie nördlich und Augsburg liegt ihr südlich so nahe, daß, wenn man noch Dachau, Mühldorf und Landshut hinzunimmt, ihre Verzeichnung interpolatorisch in der Weise erfolgen kann, wie es unser Kärtchen (Fig. 2) zur Anschauung bringt. Für eine schmale Zone längs der genannten Kurve können somit die Lagerungsverhältnisse innerhalb der Erdrinde als vollkommen gleichförmig vorausgesetzt werden; südlich herrscht — und zwar bis nach Südtirol und Oberitalien hinein — ein gewisser Mangel und nördlich ein gewisser Überschuß an attraktiver Kraft vor. Konstruiert man die Gravitationsanomalen, d. h. jene Ortskurven, für deren sämtliche Punkte die Differenz $(g - \gamma)$ den gleichen Betrag erreicht, so ergeben sich, wie Fig. 2 ersehen läßt, keine irgend erheblichen Abweichungen von der gestaltlichen Beschaffenheit der Kurve Null, indem nur Rosenheim mit dem für seine geographische Breite viel zu geringen Werte — 0,52 die regelmäßige Anordnung

[1]) Gemessen, aber noch nicht durchgerechnet wurde die Schwereanomalie auch noch in Neu-Ulm, Kirchheim im Mindeltal, Kempten, Lindau i. B., Oberstdorf im Allgäu, Ansbach, Rothenburg o. T., Neustadt a. A., Abtswind am Westabhang des Steigerwaldes, Hofheim in den Haßbergen, Schweinfurt, Würzburg und Lohr. Gerade diese letzteren, weit gegen Westen vorgeschobenen und in Landstrichen von sehr ungleichem orographischen Charakter gelegenen Orte, werden dankenswerte Aufschlüsse über manchen noch nicht hinlänglich aufgeklärten Punkt bringen.

[2]) Diese Zahl ist eine sehr große und spricht für eine rasche Massenabnahme zwischen den Zentral- und den nördlichen Kalkalpen. Man hat schon nach den früheren Messungen die Größe des Defektes berechnet und gefunden, daß den damaligen Ergebnissen genüge geleistet werde durch die Annahme, es fehle unter der Innsbrucker Ebene ein Parallelepipedum von deren Basis und von der Dicke = 1200 m. Neuerdings wird also das fehlende Rindenstück noch ziemlich viel größer angesetzt werden müssen, wenn man den in den letzten Jahren erzielten Pendelbeobachtungen gerecht werden will.

[3]) Approximativ bestimmt durch den Parallel von München.

durchkreuzt. Wie man sieht, wurden die Anomalen nur für Bayern südlich der Donau gezogen, denn weiter nördlich spricht sich die Gesetzmäßigkeit viel weniger deutlich aus oder, richtiger gesprochen, es ist überhaupt keine solche Gesetzmäßigkeit mehr vorhanden. Die Struktur der Hochebene ist eben eine höchst einfache, diejenige des nördlichen Mittelgebirgslandes hingegen eine sehr verwickelte, und der Aufbau der Erdrinde spiegelt sich in der Verteilung der Schwere wieder.



Fig. 2.

Jene große tektonische Bewegung, durch welche in der Tertiärzeit jenes Stück der Erdkruste, das die Alpen trägt, in Falten gelegt wurde, läßt sich nunmehr, soweit Bayern in betracht kommt, räumlich genau umgrenzen. Die Linie Null stellt diese Grenze dar; auf das nördlich von ihr gelegene Land hat sich der Faltungsakt nicht mehr erstreckt. Die Wellen werden mit dem weiteren Abstande von der Mittellinie, welche im Bereiche der Ostalpen ungefähr durch die Hohen Tauern gekennzeichnet ist, nach und nach flacher; die senkrecht unter ihnen befindlichen Hohlräume nehmen an Größe ab, die Schwerestörungen werden folgeweise geringer, bis sie in der uns jetzt bekannten, die Stadt Freising in sich begreifenden Zone austönen. Auf deren anderer Seite aber kommen wir in ein Gebiet von durchaus verschiedenem tektonischen Charakter.

Dasselbe entbehrt der Faltung gänzlich; hier gibt es keine anderen als Massengebirge von ausgeprägtem Plateautypus. Für den Fränkischen Jura ist dies so bekannt, daß es keines besonderen Hinweises mehr bedarf; aber auch der Bayerische Wald, in dessen Grenzen 3 von den 20 Stationen unserer zweiten Gruppe gelegen sind, ist ein „von Hauptgipfeln oder kuppenartigen Erhebungen

dicht besetzter Rücken oder massiger Zug"[1]). Gebirge dieser Art sind aber als natürliche Fortsetzungen der massiven Erdrinde anzusehen; die Veränderungen, welche die ursprünglich sedimentären Schichtenlagen erlitten, beschränkten sich auf Verschiebungen längs der jene durchsetzenden Bruchlinien. Es ist nicht unbedingt nötig, daran zu denken, daß unterhalb eines Plateaulandes etwa eine Verdickung der Kruste statthätte: wohl aber kommt jetzt die Massenwirkung derjenigen Teile der Lithosphäre, welche die Meeresfläche überragen, unverhüllt zur Geltung, weil hier die kompensatorisch wirkenden, lediglich auf den Faltungsprozeß zurückzuführenden Hohlräume fehlen. Die Steigerung der Anziehung ist wohl hauptsächlich auf Rechnung der sich über das Meeresniveau erhebenden Gebirgsmassen zu setzen.

Da nun diese letzteren unregelmäßig verteilt sind, so darf man auch in den die Größe der Gebirgsanziehung kennzeichnenden Zahlgrößen keinerlei Einfügung in eine klar ausgesprochene Norm erblicken wollen, wie sie für Kettengebirge in so auszeichnendem Maße vorhanden ist. Jeder Fall will für sich studiert sein, und es wäre vermessen, wollte man behaupten, man vermöge jetzt schon für jedes Auftreten einer anscheinenden Diskrepanz eine zureichende Deutung zu erbringen. So ist es z. B. auffällig, daß Ingolstadt in ganz Bayern, soweit es bisher untersucht worden ist, den positiven Maximalwert von $(g - \gamma)$ aufweist, und daß im Rednitztale, bei Roth a. S., diese Differenz auf ein Minimum herabsinkt. Am südlichen Rande des Juraplateaus macht sich zweifellos dessen Aktion am meisten fühlbar. Daß Bamberg eine sehr starke Lokalattraktion erkennen läßt, ist dagegen leicht verständlich, weil der Jura, der ganz nahe bei dieser Stadt mit steiler Böschung aufragt, hier seine größte Breite und Massenentfaltung erreicht. Auch das bayerisch-böhmische Grenzgebirge verleugnet seinen Einfluß nicht, wie die für Freyung und Regen angegebenen Zahlen bekunden.

So unzweifelhaft es ist, daß es noch langer Arbeit bedürfen wird, um die einzelnen Unregelmäßigkeiten kausal zu begreifen, und so wenig man hoffen darf, durch Messungsreihen, die sich nur auf einen sehr kleinen Teil der Erdoberfläche erstrecken, Aufgaben von größter Allgemeinheit einer erschöpfenden Lösung entgegenführen zu können, ebenso gewiß erscheint es doch auch, daß die verdienstvollen Arbeiten der Beamten der Münchener Sternwarte die Erdphysik nachhaltig befruchtet haben. Die Tatsache steht fest, daß die geographische Verbreitung der Erdschwere eine ganz verschiedene ist, je nachdem das Gebirgsland, in dessen Umkreise die Messungen vorgenommen wurden, wesentlich von horizontal oder radial wirkenden tektonischen Kraftäußerungen betroffen worden war. Im ersteren Falle ist die Schwereanomalie eine negative, im anderen eine positive, und in dieser Gegensätzlichkeit blos ein Werk des Zufalles erblicken zu wollen, dürfte kaum angängig sein. Von dem hier in Rede stehenden Erklärungsversuche äußerte Prof. Penck (Wien). als sich über ihn in der Geographischen Sektion der Münchener Naturforscherversammlung eine Debatte entspann, er könne jedenfalls den Wert einer *Working Hypothesis,* einer Hypothese also beanspruchen, welche neuen Studien die Wege zeigen und die Anregung zu tieferem Eindringen in den Gegenstand bieten helfe. Dieser Ausspruch findet seine Bestätigung in der vorstehend gegebenen Zurückführung eines zunächst rein tatsächlich aufzufassenden Zahlenkomplexes auf bestimmte geotektonische und geodynamische Zusammenhänge.

[1]) W. Goetz, Geographisch-Statistisches Handbuch von Bayern. 1. Band. München 1895. S. 471.

Zum 100. Geburtstage Ruhmkorffs.

Heinrich Daniel Ruhmkorff, ursprünglich Rühmkorff geschrieben, wurde am 15. Januar 1803 zu Hannover geboren. Nach beendeter Lehrzeit durchwanderte er 2 Jahre Deutschland, ging dann nach Paris, von dort nach London und dann wieder nach Paris zurück, wo er besonders unter Charles Chevalier, dem bekannten Verfertiger von Mikroskopen, tätig war. Im Jahre 1839 errichtete Ruhmkorff in Paris eine eigene Werkstatt. Durch Fleiß und Energie, sowie rastloses Streben wurde aus dem schlichten Arbeiter ein ausgezeichneter Techniker, Mechaniker und Physiker. Hochbetagt starb er am 20. Dezember 1877 und wurde auf dem Kirchhof Mont-Parnasse mit großen Ehren beigesetzt. Die Stadt Paris ehrte Ruhmkorffs Andenken durch Benennung einer Straße nach ihm.

Er wurde berühmt durch die Herstellung außerordentlich genauer, eleganter und zweckmäßiger Apparate, die in den Pariser Akademieschriften nicht oft genug gepriesen werden konnten. Durch den nach ihm benannten Induktionsapparat, der Elektrisiermaschine und galvanische Batterie in sich vereinigt, machte sich Ruhmkorff besonders bekannt. Für diesen erhielt er 1863 den von Napoleon III. gestifteten Preis von 50000 Francs, nachdem ihm schon seitens der Akademie der Wissenschaften der 5500 Francs betragende Preis Trémont im Jahre 1859 für fünf aufeinanderfolgende Jahre zuerkannt worden war.

Eine weitere Erfindung Ruhmkorffs war der Ozon-Erzeugungs-Apparat. (Les Mondes 28. Dezember 1871, Abbildung in Carls Repertorium, Band 8.) Dieser Apparat besteht aus einem rechteckigen Kasten von Holz, in welchen horizontal übereinander mattgeschliffene, mit Stanniol überklebte Glasplatten aufgeschichtet sind. Die Stanniolflächen stehen an ihren Enden mit Klemmschrauben in Verbindung, welche in den Schließungskreis einer Bunsenschen Batterie oder eines Funkeninduktors eingeschaltet werden. Auf die oberen Flächen des Kastens sind zwei Tubulen aufgesetzt, welche dazu dienen, einen Strom von Sauerstoff oder trockener Luft mittels eines Aspirators hindurchgehen zu lassen.

Ferner konstruierte Ruhmkorff eine transportable, konstante Batterie für medizinische Zwecke. Der Apparat ist in einem Kasten eingeschlossen und enthält 42 Zinkkohlenelemente in einer Lösung von schwefelsaurem Quecksilberoxyd; dieselben sind in 6 Reihen, je 7 nebeneinander aufgestellt. Die Zinke und die Kohlen jedes Elementes sind an einer Hartgummiplatte befestigt und können so mittels eines eigenen Mechanismus gehoben und gesenkt werden. Wir wollen noch bemerken, daß Duchenne, nach dessen Angaben Ruhmkorff die Batterie konstruierte, statt des schwefelsauren Quecksilberoxydes auch eine Lösung von schwefelsaurem Eisenoxydul zur Füllung der Elemente verwendet hat. (Les Mondes, 5. Mai 1870, eine Abbildung findet sich in Carls Repertorium, Band 6.)

Der oben erwähnte Induktions-Apparat wird stets zur Erzeugung von Kathodenstrahlen und bei Versuchen mit Röntgenstrahlen angewendet. Da er auch zur Erzeugung elektrischer Funken benutzt wird, wird er auch oft als „Funkeninduktor" oder einfach als „Ruhmkorff" bezeichnet. Man bedient sich auch seiner zur Erzeugung der bei der Telegraphie und Telephonie ohne Draht verwandten elektrischen Wellen.

Bei diesem Apparat ist der induzierende Draht auf eine Papprolle gewickelt, welche auf zwei dicken Spiegelglasplatten, die in ihrer Mitte ein der inneren

Weite der Röhre gleiches Loch besitzen, befestigt ist. Die Papprōhre ist mit einem Bündel dünner Drähte aus weichem Eisen, welche einzeln gefirnist sind, angefüllt. An einer Seite ragt dies Bündel ein wenig aus der Röhre hervor. Die induzierende Spirale ist von einer Glas- oder harten Kautschukröhre umgeben, auf diese ist die Induktionsspirale gewickelt; sie besteht aus 30000 oder mehr Windungen von Kupferdraht von höchstens 0,2 mm Dicke, der mit Seide übersponnen und gefirnist ist. Die einzelnen Lagen des Drahtes sind nochmals, entweder durch Firnis, Wachs oder Guttapercha isoliert. Die Enden der Induktionsspirale sind mit den auf isolierenden Glasfüßen befestigten Klemmschrauben verbunden. Um den induzierenden Strom beliebig zu leiten und ihn zu unterbrechen, ist in denselben ein Kommutator und ein Wagnerscher Hammer eingeschaltet. Verbessert hat diesen Apparat Stöhrer dadurch, daß er die Induktionsrolle aus mehreren kleinen Stücken zusammensetzte, deren Enden leitend verbunden werden. An Stelle des einfachen Wagnerschen Hammers verfertigte sodann später Ruhmkorff, besonders für die großen Apparate, eigene Unterbrecher.

Eine wesentliche Verstärkung der Wirkung der Induktionsapparate hat zuerst Fizeau hervorgebracht, indem er die Enden der primären Spirale noch mit einem Kondensator verband und später Wehnelt durch einen neuen elektrolytischen Unterbrecher. Das Prinzip des Induktionsapparates ist auch zur Konstruktion des für die Starkstromtechnik so wichtigen Transformators verwandt.

Am Vormittag des 15. Januar soll zur Feier des 100. Geburtstages an Ruhmkorffs Geburtshause in Hannover, Rotereihe 3, eine Gedenktafel angebracht werden, wobei der Verein der Elektrotechniker, Vertreter der Staats- und Stadtbehörden und zahlreiche Gelehrte aus allen Teilen des Reiches zugegen sein werden.

F. S. Archenhold.

Kleine Mitteilungen.

Ueber den neuen Kometen Giacobini 1902 d liegen jetzt viele Beobachtungen und hieraus abgeleitete Bahnbestimmungen vor. Hiernach ist seine Periheldistanz[1]) die größte nach der des Kometen vom Jahre 1729; sie beträgt 2³/₄ Erdbahnradien. Es gibt überhaupt nur 11 Kometen, welche eine größere Periheldistanz als 2 Erdbahnradien haben. In seiner größten Erdnähe wird dieser Komet immer noch mehr als 250 Millionen Kilometer von uns entfernt sein, daher kommt es, daß die Helligkeit des Kometen auch nur eine geringe bleibt, so daß er nur durch mittlere und größere Fernrohre gut zu beobachten ist. In unserm Treptower Fernrohr sah ich einen scharf definierten Kern mit einem Schweif von 20 Bogensekunden Länge. Seine Helligkeit wird 11. Größe im Januar nicht überschreiten. Seine Positionen sind nach einer Ephemeride von Ristenpart folgende:

1903	Rectase.	Declin.
Jan. 15.	$6^h\ 52^m\ 11,7^s$	$+\ 8^0\ 19'\ 10''$
20.	48 41,1	9 57 26
25.	45 26,2	11 37 38
30.	42 33,4	13 18 24
Febr. 1.	6 41 31,9	+ 13 58 33

Hiernach bewegt sich der Komet immer noch parallel mit der Verbindungslinie α (Prokyon) und β des kleinen Hundes, und zwar läuft er fast an der Grenze zwischen dem kleinen Hund und Einhorn entlang. Am 26. Januar geht er aus dem Einhorn in das Sternbild der Zwillinge

[1]) Periheldistanz = geringste Entfernung von der Sonne.

über. Am 12. Februar bilden Castor, Prokyon und der Komet ein rechtwinkeliges Dreieck mit dem Kometen an der Spitze des rechten Winkels.

Seine größte Sonnennähe wird der Komet nach dieser Bahnbestimmung am 25. März 1903 erreichen.

Bei dem Kometen von 1729 war die Periheldistanz größer noch als 4 Erdbahnradien, der Komet 1895 II hatte in seiner Sonnennähe noch $2^1/_2$ Erdbahnradien Entfernung.

F. S. Archenhold.

* * *

Ein helles Meteor. Wir erhalten von Herrn cand. rer. techn. Konrad Kutzner-Charlottenburg, mit dem Bemerken, daß auch Herr Gutsbesitzer P. Kutzner, Adelsdorf (Kreis Goldberg-Haynau) die Erscheinung gesehen habe, folgende Mitteilung: „In der Nacht von Sonnabend zu Sonntag, dem 3. und 4. Januar, wurde um 2 Uhr nachts in Adelsdorf, Kreis Goldberg-Haynau (Schlesien), bei bedecktem Himmel ein in grünlichem Lichte hell leuchtendes Meteor (Richtung NW., Höhe der Erscheinung ca. 25 bis 30°) beobachtet."

Wir bitten unsere Leser um nähere Nachrichten, falls sie diese Naturerscheinung gleichfalls bemerkt haben.

* * *

Leoniden- und Bieliden-Sternschnuppen im November 1902. Im Gegensatz zum Vorjahre, in welchem die Leoniden am 15. November noch in grosser Anzahl, wenigstens in Amerika, gesehen worden sind (vgl. Weltall, 2. Jahrg., S. 133), brachte der November 1902 nur ganz vereinzelte diesem Schwarme angehörende Meteore. A. King in Leicester sah am 13. November früh in $1^1/_2$ Stunden 7 Sternschnuppen, aber keine derselben kam vom Löwen her. Am Morgen des 15. November konnte W. H. Milligan in Belfast in vollen vier Stunden nur eine einzige Leonidensternschnuppe konstatieren. Aehnlich lauten andere Berichte, sodass wohl anzunehmen ist, dass die dichtesten Teile der Meteorwolke, die in den Jahren 1799, 1833 und 1866 sowie in den Nachbarjahren von der Erde durchnitten wurden, vorübergezogen sind, ohne mit der Erde in so nahe Berührung zu kommen wie bei jenen früheren Erscheinungen. Die Anziehungskräfte des Jupiter und Saturn haben bewirkt, dass die Bahn des Leonidenschwarmes die Erdbahn nicht mehr direkt schneidet, sondern im Abstande mehrerer Millionen Kilometer kreuzt. — Auch die vom Bielaschen Kometen herstammenden Sternschnuppen, die in riesigen Mengen in den Jahren 1872, 1885 und 1892 erschienen sind, haben im letzten November vergeblich auf sich warten lassen. Doch ist dies Ausbleiben nicht zu verwundern, weil gegenwärtig der Bielaschwarm bei einer $6^2/_3$jährigen Umlaufszeit (ähnlich der des verschollenen Kometen) sich in der Gegend seiner Sonnenferne befinden muss, so dass jetzt nur einzelne versprengte Glieder desselben der Erde hätten begegnen können.

* * *

A. Berberich.

Feuerschaden in der Yerkes-Sternwarte. Das Yerkes-Teleskop, dessen Linse 100 cm Durchmesser mißt, dessen Brennweite sich auf 18 m beläuft — das Treptower Fernrohr hat 70 cm Öffnung und 21 m Brennweite —, soll nach einer Depesche aus Amerika in der Weihnachtsnacht durch Feuerschaden gelitten haben. Es scheint festzustehen, daß die feineren Teile zur Bewegung des Fernrohrs vollständig vernichtet sind, in wieweit die Rohmechanik und die Linse selbst bei einem Wiederaufbau benutzt werden können, wird erst durch eine Kommission näher untersucht werden. Wir bedauern mit allen Freunden der Wissenschaft, daß dieses Fernrohr, dessen Bau bereits 1890 begonnen, das 1893 auf der Chicagoer Ausstellung in unfertigem Zustande zur Ausstellung kam, 1898 erst fertig wurde, und das 1600000 M. kostete, ein Raub der Flammen geworden ist.

Unerklärlich bleibt es, wie in einem so großen Dom ohne viel feuergefährliche Stoffe überhaupt ein Feuer hat entstehen können. Solange übrigens keine näheren Nachrichten vorliegen, kann man immer noch hoffen, daß der Schaden nicht so groß ist, wie er nach dem ersten Telegramm erscheint.

Bemerkt sei, daß in unserem „Astronomischen Museum" am Eingange sich eine vorzügliche Abbildung des Yerkes-Teleskops befindet.

F. S. Archenhold.

Personalien.

Anton Thraen †

(geb. 1843 Jan. 17. in Holungen, gest. 1902 Dez. 18. in Dingelstädt i. Eichsf.).

Am 18. Dezember 1902 verschied im 60. Lebensjahre der Pfarrer von Dingelstädt im Eichsfelde, Anton Thraen, in astronomischen Kreisen hochgeschätzt als Berechner mehrerer Planeten, z. B.

(442) Eichsfeldia, sowie des Kometen Barnard 1886 II und des periodischen Kometen Wolf. Die Bearbeitung des letzteren erwies sich bei der Wiederkehr 1898 als vollkommen genau, der Komet stand genau an dem von Thraen vorausberechneten Ort. Auch für die nächste Wiederkehr des Kometen hat Thraen die Vorausberechnung so gut wie fertiggestellt. Des weiteren berechnete Thraen den Planet (184) Dejopeja und stellte auch einige kleinere Berechnungen an, deren Gegenstand unter anderem der Komet von 1810 und der Komet 1877 I bildeten.

Thraen wurde am 17. Januar 1848 in Holungen im eichsfeldischen Kreise Worbis geboren. Er widmete sich dem Studium der Theologie und hörte zugleich mathematische und astronomische Vorlesungen. Seit 1871 datiert seine seelsorgerische Tätigkeit in Dingelstädt, wo er zugleich das Amt eines Lokalschulinspektors bekleidete. Aus beiden Ämtern erwuchs ihm eine Fülle von Arbeit, und mit Bewunderung muß man vernehmen, daß Thraen trotzdem seine astronomischen Beobachtungen fortsetzte und sich, wenngleich ihm fast nur die Abendstunden hierzu freiblieben, umfangreichen wissenschaftlichen Arbeiten unterzog — zumal zu dem Zweige, den Thraen erwählt hatte, Bahnbestimmungen von Planeten und Kometen —, weitgehende theoretische Kenntnisse erforderlich sind.

Das selbstlose Wirken des verdienstvollen Mannes sichert ihm ein dauerndes Gedenken in den Kreisen der Astronomen. F. S. A.

* * *

Maximilian Curtze †

(geb. 1837 Aug. 4., gest. 1903 Jan. 3. in Thorn).

Wieder hat ein schwerer Verlust die im Emporklimmen begriffene historische Forschung unseres Wissenszweiges betroffen: Maximilian Curtze, der Herausgeber der vorzüglichen Jubiläumsausgabe von Copernicus' standard-worlk, der beste Kenner mittelalterlicher Astronomie, ist am 3. Januar plötzlich in Thorn — seinem langjährigen Aufenthaltsorte — zur ewigen Ruhe eingegangen.

Ein stilles Gelehrtenleben endete an diesem Tage, ein Leben, reich an mühseliger Arbeit, reich aber auch an schwerprangenden Früchten!

Es kann hier nicht der Ort sein, die Leistungen dieses hervorragenden Mannes auch nur halbwegs gebührend zu würdigen. Einige Anhaltspunkte mögen genügen.

Als Moritz Cantor, der hochverdiente Nestor der Geschichte der mathematischen Wissenschaften, seine Stimme erhob für die eifrige Betätigung der historischen Forschung in unserem Wissenszweige, für die Erforschung des Fundaments unserer heutigen Naturbildung, da war es ein bescheidener Gymnasiallehrer in der alten Weichselstadt Thorn, der aus vergilbten Handschriften die ersten modern-kritischen Exzerpte astronomischer und mathematischer Wissenschaft einer verwehten Kulturepoche veröffentlichte. Und in Schloemilch-Cantors „Zeitschrift für Mathematik und Physik", diesem besten Sammelpunkte aller kulturhistorisch, philologisch und mathematisch gleich gut geschulten Kräfte, war es wiederum Maximilian Curtze, der mit seltener Sprachgewandheit und bewunderuswertem Fleiß die Reste mittelalterlicher Mathematik aufspürte und der Öffentlichkeit zugänglich machte. Curtzes Beiträge im „Bullettino Boncompagni", dem hervorragenden Organ des verstorbenen Maecens Fürsten Boncompagni, in der „Bibliotheca Mathematica", der „Altpreußischen Monatsschrift" und vielen anderen wissenschaftlichen Organen sind kulturhistorische Monumentalleistungen von dauerndem Werte. Auch eine Studie über die Dunkelkammer des Levi ben Gerson, in welcher er nach alten Handschriften die Autorschaft dieses jüdischen Weisen für die Camera obscura (ohne Linse) bewies, ist gebührend anerkannt. Vor allem ist jedoch der verstorbene Meister bekannt als der Herausgeber jener einzigartigen Jubiläumsausgabe von Copernicus': „De revolutionibus" und als Erforscher copernikanischer Miscellen. In dieser Hinsicht seien nur die vorzüglichen Traktate in der „Altpreußischen Monatsschrift" und den „Mitteilungen der Thorner Copernicus-Gesellschaft" erwähnt, dann aber auch auf seine vorzüglichen „Reliquiae Copernicanae" (Leipzig 1876) und die stilistisch und inhaltlich gleich ausgezeichnete Copernicus-Biographie verwiesen.

Reiche Ehrungen wurden dem Forscher zu teil, welchen ein plötzlicher Tod unserem Wissenszweige entrissen hat. Er war Mitglied der bedeutendsten gelehrten Körperschaften und erfreute sich auch im Auslande — insbesondere in Italien — eines ganz hervorragenden Rufes. Die letzte Arbeit Curtzes war die Herausgabe des mathematischen Briefwechsels von Regiomontan. Der Tod hat ihn dahingerafft; sein Geist aber wird unter uns weilen und uns anspornen, in seinem Sinne und mit seinem Fleiße den Idealen unseres schönen Wissenszweiges nahe zu kommen!

Max Jacobi.

Für die Schriftleitung verantwortlich: F. S. Archenhold, Treptow-Berlin; für den Inseratenteil: C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin W.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

Beilage zur illustrierten Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete
„DAS WELTALL“ Jahrgang 3, Heft 8.
(zu Personalien Seite 99.)



Anton Thraen
geb. 1843 Jan. 17. in Holungen, gest. 1902 Dez. 18. in Dingelstädt i. Eichsf.



Maximilian Curtze
geb. 1837 Aug. 4., gest. 1903 Jan. 3. in Thorn.

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

3. Jahrgang 9. Heft. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte. 1903 Februar 1.

Verlag von C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin.

Diese Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. — Abonnementspreis vierteljährlich Mark 2.— (Ausland Mark 2.50), einzelne Nummer 50 Pfg. franko durch den Verlag, Berlin W. 35, Schöneberger Ufer 43, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungspreisliste 11. Nachtrag 7814 a).

Anzeigen-Gebühren: Die einspaltige Petitzeile 40 Pfg. 1/1 Seite 60.—, 1/2 Seite 30.—, 1/4 Seite 15.— Mk. Bei Wiederholungen Rabatt.

INHALT.

Das Meteorologische Observatorium zu Aachen,

seine Einrichtungen und Bestrebungen.

Von P. Polis-Aachen.

Im Jahre 1900 wurde in der alten Bäderstadt Aachen ein mit den modernsten Instrumenten ausgerüstetes Meteorologisches Observatorium dem Betriebe übergeben. Das Aachener Observatorium ist das einzige Institut seiner Art in ganz West- und Nordwest-Deutschland und gerade wegen seiner nach Westen vorgeschobenen örtlichen Lage besonders dazu berufen, über die lokale Forschung hinauszugehen und Ergebnisse zuliefern, welche der gesamten meteorologischen Wissenschaft zum Nutzen gereichen.



Das Meteorologische Observatorium in Aachen, von Westen gesehen.

Am Nordostrande der Stadt, inmitten der herrlichen Parkanlagen des Stadtgartens, erhebt sich auf dem Gipfel eines mäßigen Hügels, dem Wingertsberge, das Observatorium in einer Seehöhe von 205 Metern. Dasselbe liegt mit seiner einen Achse genau in der Nord-Süd-Richtung; es besteht aus einem zweistöckigen Hauptbau nebst einem 21 Meter hohen Turme, welcher von einem schmiedeeisernen unbekleideten Turmhelm mit den Motoren der Windmessinstrumente gekrönt

wird. Die mit Cement verputzten Außenflächen des schmucken Gebäudes sind, ebenso wie die Tür- und Fensterumrahmungen, mit rotem Sandstein eingefaßt. Sämtliche Dächer wurden als Plattformen ausgebaut und geben schätzenswerte Flächen für Beobachtungen und zum Aufstellen von Instrumenten. Erwähnt sei noch, daß die Hauptmauern zur besseren Isolierung in ihrem Inneren einen Luftraum einschließen. Infolge der natürlichen Lage des Institutes und seiner Erhebung (etwa 80 Meter oberhalb des mittleren Niveaus der Stadt) wurde es erreicht, daß die dortigen Beobachtungen den jeweils obwaltenden Verhältnissen auch tatsächlich entsprechen und nicht durch fremde, störende Einflüsse, wie sie das Häusermeer einer Stadt darstellen, entstellt werden.

Auf der dem Gebäude nach Westen vorgelagerten Instrumentenwiese fallen zunächst die auf Pfählen ruhenden weißlackierten hölzernen Jalousiehütten ins Auge; sie bergen in ihrem Inneren die Instrumente zur Messung von Lufttemperatur, Feuchtigkeit und Verdunstung, und schützen diese sowohl vor der direkten Bestrahlung durch die Sonne (welche eine erhebliche Fehlerquelle bilden würde), als auch vor Nässe und Schmutz. Neben dem zu den direkten Ablesungen dienenden Thermometersatz (bestehend aus je einem trockenen und befeuchteten



Instrumentenwiese, Hüttenaufstellung.



Instrumentenwiese, Regenmesseraufstellung.

Quecksilberthermometer, welche zusammen ein Psychrometer zur Feuchtigkeitsbestimmung bilden, dem Maximum- und dem Minimum-Thermometer zur Ermittlung der höchsten und niedrigsten Tagestemperatur) enthält die erste sogen. Englische Hütte einen Fueß'schen Thermograph mit Strahlungsschutz nach Aßmann zur fortwährenden selbsttätigen (automatischen) Registrierung der Lufttemperatur. Die Feuchtigkeit wird außer an dem vorerwähnten Psychrometer an Koppe'schen und Lambrecht'schen Haarhygrometern in der zweiten Hütte direkt abgelesen, sowie durch einen Richard'schen Hygrographen registriert. Die Fehlerkonstanten der Hüttenaufstellung ergeben sich aus Beobachtungen mit dem Aßmann'schen Aspirations-Psychrometer, welches bekanntlich völlig einwandfreie Temperatur- und Feuchtigkeitswerte liefert; das an einem Pfahle aufgehängte Instrument wird zeitweise von einem gemauerten Pfeiler aus mittels Ablesefernrohres abgelesen.

Vor den Hütten ist ein Sandfeld angeschüttet, welches Thermometer zur Bestimmung der Temperaturen direkt an der Erdoberfläche und im Boden selbst in Tiefen von 25 cm, 55 cm, 85 cm und 116 cm gestattet. Bei Anwesenheit einer Schneedecke erfolgen auch Temperaturmessungen über und an deren Oberfläche, sowie in verschiedenen Tiefen derselben.

Weiter nach Westen erblicken wir die Regenmesserkolonie. Auch hier finden sich Registrierinstrumente, nämlich die beiden Pluviographen nach Hottinger und nach Hellmann, und solche, die täglich um 7 Uhr morgens direkt abgelesen werden, Standregenmesser System Hellmann. Im Winter werden auch Bestimmungen des Wassergehaltes sowohl der ganzen Schneedecke, als auch ihrer einzelnen Schichten vorgenommen.

Treten wir nunmehr in das Innere des Gebäudes ein, so gelangen wir von dem im Turme gelegenen Vorraume, der auch das Treppenhaus umschließt, in den Instrumentensaal. Dieser, ein lichtreicher Raum, nimmt das ganze Erdgeschoß des Hauptgebäudes ein. Von den dort aufgestellten Instrumenten sind in erster Linie zu nennen eine Normaluhr von Wagner mit Riefler'schem Kompensationspendel, welche die übrigen im Gebäude verteilten sogen. Sympatischen Uhren durch elektrische Uebertragung treibt, ferner ein Wild-Fueß'sches Gefäßheberbarometer und ein Stationsbarometer; zwei Barographen von Richard (großes und kleines Modell, ersteres mit täglicher Umdrehung) werden zur Registrierung des Luftdruckes benutzt. Außerdem finden sich hier die Registrierteile des großen Sprung-Fueß'schen Anemographen und ein Chrono-



Instrumentensaal, Ostseite.



Instrumentensaal, Westseite.

graph für das Kontrollanemometer; das erstere dieser beiden Instrumente registriert elektrisch die Richtung und Geschwindigkeit des Windes. Eine Menge kleinerer Apparate, welche bei gelegentlichen Untersuchungen und als Demonstrationsmaterial zur Verwendung gelangen, vervollständigen die instrumentelle Ausrüstung. Ein gemauerter Pfeiler dient zur Aufstellung empfindlicher Instrumente.

Gleichzeitig wird der Instrumentensaal zum Abhalten von Vorträgen unter Vorführung von Experimenten für die Studierenden der Technischen Hochschule von dem Verfasser benutzt. Aus diesem Grunde ist ein mit Gas- und Wasserleitung versehener Experimentiertisch, eine Luftpumpenanlage, Wandtafel, Kartenständer und eine Anzahl sonstiger hierzu notwendiger Utensilien vorhanden. Hier ist sowohl den Studierenden Gelegenheit geboten, den Beobachtungsdienst kennen zu lernen, als auch sich an sonstigen praktischen Übungen, wie Entwurf von Wetterkarten, Niederschlagskarten, Bearbeitung des Beobachtungsmaterials etc. zu beteiligen.

Während das erste Obergeschoß die Arbeitszimmer des Direktors und der Assistenten, sowie das Archiv enthält, wird das zweite Turmgeschoß von der Wohnung des Institutsdieners eingenommen; von hier eröffnet sich auch der Zugang zur ersten Plattform.

Das oberste Turmgeschoß ist als Beobachtungsraum (bei schlechter Witterung) für die atmosphärischen Vorgänge, wie Form und Zeit der Niederschläge, Gewitter, Wolken, optische Erscheinungen etc., eingerichtet und nach allen Seiten hin mit Fenstern versehen, welche einen ungehinderten Rundblick gewähren. Hier ist vor dem Nordfenster in einem sogen. Fenstergehäuse noch ein weiterer vollständiger Thermometersatz untergebracht zu Vergleichszwecken.

In der Nordostecke führt ein kleiner Turm zur zweiten Plattform, die bei guter Witterung zu atmosphärischen Beobachtungen benutzt wird und neben den hierzu erforderlichen Einrichtungen ein Schwarzkugelthermometer zur Messung der direkten Sonnenstrahlung und einen Vergleichs-Regenmesser trägt.

Eine Wendeltreppe führt zu der letzten Plattform, wo ein Sonnenscheinautograph nach Campbell-Stokes Aufstellung fand. Oberhalb dieser erhebt sich der besteigbare und mit einer Galerie versehene Turmhelm mit den Motoren der beiden Anemographen und den Blitzableitern.

Verbunden mit dem Observatorium ist noch ein ausgedehntes Stationsnetz, welches 7 meteorologische Stationen höherer Ordnung und 29 Regenstationen, darunter 2 mit registrierenden Hellmann'schen Regenmessern, enthält. Diese liegen sämtlich im Quellgebiete und Oberlaufe der Roer; ihre Messungen werden zum größten Teile als Unterlage zu den Vorarbeiten der dort vorgesehenen Talsperren benutzt.

Außer dem Verfasser, dem Direktor des Observatoriums, dem die Gesamtleitung sowohl dieses als auch des Stationsnetzes obliegt, sind an dem Institut noch tätig der I. Assistent A. Sieberg, welcher auch in Behinderungsfällen des Direktors diesen vertritt, ferner der Assistent O. Müllermeister, 1 Registraturbeamter, 2 Rechner und 1 Diener.

Am Observatorium werden täglich morgens um 7 Uhr (Ortszeit), mittags um 2 Uhr und abends um 9 Uhr Terminbeobachtungen angestellt durch direkte Ablesung der hierfür bestimmten Instrumente durch den jeweils diensttuenden Beamten. Außerdem werden fortlaufende automatische Aufzeichnungen von Luftdruck, Temperatur, Feuchtigkeit, Niederschlag, Sonnenschein, Windrichtung und Geschwindigkeit mittels der Registrierinstrumente gewonnen, sodaß von diesen sämtlichen Witterungselementen Stundenwerte für Tag und Nacht vorliegen.

Nach den einzelnen Zweigen seiner Tätigkeit zerfällt das Institut in 4 Abteilungen:

Die I. Abteilung besorgt in erster Linie den eigentlichen Beobachtungsdienst, sowie die weitere Verarbeitung des sämtlichen am Observatorium gewonnenen Beobachtungsmaterials, des direkten und desjenigen aus den Registrierinstrumenten.

In der II. Abteilung gelangen die allmonatlich einlaufenden Beobachtungsergebnisse der Nebenstationen höherer Ordnung und der Regenstationen zur Bearbeitung; auf dieser Grundlage werden Karten der Niederschlags- und Schnee-Verteilung im Roergebiete angefertigt, jährliche, jahreszeitliche und monatliche, bei wolkenbruchartigen Regenfällen auch tägliche.

Die III. Abteilung beschäftigt sich mit der ausübenden Witterungskunde, namentlich mit der Herausgabe von täglichen Wetter-Karten mit -Vorhersagen, dann auch mit der Veröffentlichung monatlicher Witterungsübersichten, während in die

IV. Abteilung außer der Lehrtätigkeit noch die wissenschaftlichen Untersuchungen und die Nutzbarmachung der Witterungskunde für das Gemeinwohl, namentlich durch Gutachten, entfällt.

Das gewonnene Beobachtungsmaterial wird alljährlich zum größten Teile in dem „Deutschen Meteorologischen Jahrbuche für Aachen" niedergelegt, von dem bereits 7 Jahrgänge erschienen sind. Neben den zahlenmäßigen Beobachtungsergebnissen enthält es jedesmal noch größere wissenschaftliche Untersuchungen, welche sich zumeist auf das Klima der Vaterstadt beziehen; von diesen sind bereits erschienen: Allgemeine Klimatologie, Niederschlagsverhältnisse, Temperaturverhältnisse, Temperaturkalender, Feuchtigkeit und Bewölkung, Luftdruckverhältnisse, Wind- und Gewitterverhältnisse, Tägliche Periode der Lufttemperatur, Bodentemperatur und die Schneeverhältnisse von Aachen. Auch ist von seiten des Aachener Meteorologischen Observatoriums die Aufschließung des Klimas des Roergebietes und des Hohen Venns erfolgt, indem an Hand des dichten Stationsnetzes die dortigen Niederschlags-, Gewitter- und Temperaturverhältnisse bearbeitet wurden. Im weiteren Rahmen erfolgte die Bearbeitung der Niederschlagsverhältnisse der Rheinprovinz. Neben der klimatischen Aufschließung dient das Observatorium aber auch gerade der Physik der Atmosphäre, indem die Registrierbeobachtungen, namentlich diejenigen der Windgeschwindigkeit, Ergebnisse zu Tage fördern, welche der Wissenschaft direkt zu Gute kommen und die Fortsetzung schon früher begonnener theoretischer Arbeiten ermöglichen. Auch sind hierselbst schon mehrfach Beobachtungen besonderer Witterungserscheinungen gelungen, so z. B. am 4. September 1900 eines hervorragenden Halophänomens, und am 22. Juli 1901 der seltenen Wirbelkumuluswolken.

In weiteren Kreisen ist durchweg die Meinung verbreitet, daß die meteorologischen Institute ausschließlich der strengen Wissenschaft dienten und somit keine oder doch nur sehr geringe Beziehungen zum praktischen Leben hätten. Daß diese Ansicht aber eine durchaus irrige ist, geht schon aus der vorbesprochenen Arbeitseinteilung des Aachener Instituts hervor und soll hier noch an einzelnen Beispielen kurz gezeigt werden.

Direkt einleuchten dürfte wohl die besondere Bedeutung der Herausgabe täglicher Wetterkarten mit Vorhersagen für fast alle Zweige des praktischen Lebens. Nicht allein der Landwirt, sondern auch Industrie und Technik, überhaupt jeglicher Stand, Beruf oder Gewerbe ist mehr oder minder vom Wetter abhängig, indem dies je nach der Beschaffenheit entweder die Bestrebungen fördert oder hemmt. Dazu kommt noch, daß durch die Ausgabe von Wetterkarten auch das Verständnis der einfacheren Witterungsvorgänge in weitere Kreise der Bevölkerung hineingetragen wird.

Die Aufschließung der Niederschlagsverhältnisse, vor allem des Roergebietes, gab eine der wichtigsten Unterlagen für die Vorarbeiten der dort vorgesehenen großen Talsperrenbauten; so soll die größte dieser Talsperren, welche bei Gemünd erbaut wird, einen Stauinhalt von nicht weniger als 45 Millionen Kubikmeter Wasser erhalten bei einer Größe des Niederschlagsgebietes von 375 Quadratkilometern. Daß sowohl aus technischen, als auch aus ökonomischen Gründen bei derartigen Bauten die genaue und völlig detaillierte Bestimmung des Wasserhaushaltes der in Betracht kommenden Gebiete unbedingt erforderlich ist, bedarf wohl keiner weiteren Erörterung. Auch in allen sonstigen wasserbautechnischen Fragen, bei Kanalisationen, Wasserleitungsanlagen, Flußkorrektionen etc. etc. bedarf man eingehender Niederschlagsuntersuchungen, nicht allein langjähriger Mittelwerte, sondern auch absolut größter Niederschläge in kurzer Zeit.

Überhaupt wurde das Aachener Observatorium außer in den vorbesprochenen auch noch in zahlreichen sonstigen Angelegenheiten, welche das öffentliche oder private Wohl betrafen, sehr häufig in Anspruch genommen. Derartige Anfragen von behördlicher oder privater Seite beschränken sich vielfach nicht allein auf die Mitteilung der einfachen Beobachtungsergebnisse, sondern führten oftmals auch zur Ausarbeitung umfangreicher Gutachten. Hauptsächlich waren es die Resultate der Niederschlags-, Temperatur- und Windmessungen, die hier Verwendung fanden.

So wurden u. a. Auskünfte verlangt in gerichtlichen Verfahren sowohl von den beteiligten Gerichts- und Polizei-Behörden, als auch von Privatpersonen in Straf- und Zivilprozessen, bei Entschädigungs- und Unfallrentenansprüchen etc. Auch erhielten verschiedene staatliche und städtische Behörden Angaben über Wasserverhältnisse zu den vorbenannten Zwecken. In landwirtschaftlichen Fragen kamen meist Auskünfte in Betracht über Niederschlagsmengen, Sonnenscheindauer und Temperaturen, sowohl in etwa anderthalb Meter Höhe über dem Boden, als auch in verschiedenen Tiefen der Erdkruste; denn diese klimatischen Faktoren sind nicht allein für die Auswahl der anzubauenden Gewächse bestimmend, sondern auch für die Art und Zeit der Ackerbestellung ausschlaggebend. Auch auf hygienischem Gebiete wurde das Observatorium vielfach zu Rate gezogen, so u. a. bei der Frage über den Platz zur Errichtung eines Lungensanatoriums im Aachener Stadtwalde.

Diese Zeilen dürften auch wohl der Sache Fernstehende davon überzeugt haben, daß die heutige Handhabung der Erforschung der Witterungsvorgänge darauf berechnet ist, nicht allein der theoretischen Wissenschaft zu dienen, sondern auch für das Gemeinwohl Nutzen zu stiften.



Der Vulkanausbruch in Samoa.

Von Dr. Georg Wegener.

Im November vorigen Jahres kam durch kurze Telegramme über Auckland die überraschende Kunde nach Europa, daß auf der deutschen Samoa-Insel Sawaii eine vulkanische Eruption im Gange sei. Begreiflicherweise verursachte diese Nachricht in unserem Volk eine nicht geringe Erregung. Ist doch Samoa augenblicklich zweifellos die — um so zu sagen — populärste aller unserer Kolonien und hatten zudem die zahlreichen vorhergegangenen Ausbrüche in diesem vulkanisch so seltsam aufgeregten Jahre, in Mittelamerika, Neuseeland, Hawaii, Australien, hatte doch besonders die entsetzliche Katastrophe von St. Pierre die Gemüter bereits auf das lebhafteste aufgestört und die breitesten Schichten für die vulkanischen Erscheinungen der Erdrinde interessiert.

Wohl sind tätige Vulkane in verschiedenen unsererer deutschen Inselkolonien des Stillen Oceans bekannt, auf den nördlichen Marianen, im Bismarck-Archipel, auf den Neu-Guinea vorgelagerten Inseln sind Eruptionen eine gewöhnliche Erscheinung, allein die Samoa-Inseln galten im allgemeinen für erloschen. Und nicht mit Unrecht wurde gerade aus diesem Umstande auf eine besondere Gefährlichkeit des Ausbruchs von Sawaii geschlossen; ist es doch bekannt, daß eine neu beginnende Eruptionsepoche um so größere vulkanische Kraft zu entfalten pflegt, je tiefer und länger der vorangegangene Schlummerzustand des Vulkans gewesen ist. So galt der Vesuv vor seinem berühmten

Ausbruch im Jahre 79 n. Chr. seit Menschengedenken für erloschen, und ebenso war seiner nicht minder furchtbaren Eruption von 1631 eine neue tiefe Ruheperiode von einem halben Jahrtausend voraufgegangen.

Trotz der beruhigenden Fassung der Telegramme des Gouverneurs von Apia griff deshalb eine wachsende Besorgnis Platz, man konnte bereits in den Zeitungen lesen, daß die ganze Insel Sawaii auf Befehl des Gouverneurs geräumt sei u. s. w.

Jetzt sind nun eingehende amtliche Berichte, briefliche Nachrichten von Privatpersonen und die ausgedehnten Schilderungen der alle 14 Tage erscheinenden deutschen samoanischen Zeitung nach Deutschland gelangt. Aus ihnen ergiebt sich ein zuverlässiges Bild der bisherigen Vorgänge, das einstweilen die Besorgnisse weit übertrieben erscheinen läßt.

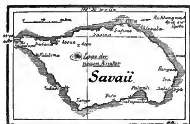
Zu besserem Verständnis der Erscheinungen sei das Folgende vorausgeschickt:

Die Inseln des Samoa-Archipels sind mit Ausnahme des kleinen Korallen-Atolls Rosa sämtlich aus den basaltischen und trachytischen Auswurfsstoffen einer Reihe von Vulkanen aufgebaut. Das Auge des Kenners beobachtet an ihnen unschwer, daß die Tätigkeit dieser Krater allmählich von Osten nach Westen erloschen ist. Die östlicheren Inseln machen einen erheblich älteren Eindruck, als die westlichen, da auf ihnen einmal die ursprünglichen Kraterformen sehr viel mehr verwischt sind und ferner die Oberflächen-Verwitterung der Laven viel weiter fortgeschritten ist als im Westen. Auf der langgestreckten Insel Upolu läßt sich der Unterschied sogar innerhalb ihres Bereiches selbst wahrnehmen; in ihrer östlichen Hälfte bilden die Trümmer der alten Krater ein romantisches Gewirr von Hörnen, Zacken und Graten, im westlichen schliessen sich ihre Auswurfsmassen zu einer regelmäßigen dachfirstartigen Kette zusammen und ihre Formen sind so wohlerhalten, daß sie mehrfach kreisrunde Bergseen im Innern hegen.

Die westlichste Insel Sawaii kennzeichnet sich für den nur einigermaßen geschulten Blick sofort als das jüngste Gebilde des Archipels, oder sagen wir exakter, als dasjenige, auf welchem die vulkanische Tätigkeit am längsten, unzweifelhaft bis an die Schwelle der Gegenwart, fortgedauert hat. In ihrer Gesamterscheinung ist sie der vollendete Typus eines gewaltigen, einheitlichen, allseitig mit sanften Gehängen zu einer zentralen Höhe (1646 m) ansteigenden Vulkandoms, dessen Flanken mit zahlreichen sekundären Kratern besetzt sind. Warzenähnlich sieht man diese Nebenkrater den Flanken des Hauptstocks aufsitzen. Auf Sawaii ist auch unfraglich die Zersetzung des Bodens am wenigsten weit vorgeschritten; riesiges Blockgeröll überdeckt große Teile der Insel, und die Porosität des von alten Schlackengängen durchzogenen Bodens bringt die Erscheinung hervor, daß trotz der gewaltigen Regenmassen, die aus den fast unausgesetzt den Gipfel umlagernden Wolken herniederstürzen, dennoch fast gar kein dauernder Flußlauf entsteht; das Land saugt den Regen wie ein Schwamm ein und läßt ihn erst nahe am Meere, z. T. sogar nur unter dessen Oberfläche, in starken Quellen wieder zum Vorschein kommen. Ja, an einigen Stellen der Insel gibt es ausgedehnte Lavafelder, die noch so wenig zersetzt sind, daß ihre Bildung kaum Jahrhunderte zurückreichen kann. Wer Sawaii auf einem Schiff rings umfährt, wie es der Verfasser 1900 tun konnte, erkennt diese Stellen deutlich als lichtere Flecke, die in das dunkle Kleid des bis zu den Gipfeln alles Gelände umhüllenden Urwaldes eingesprengt sind. An Ort und Stelle sieht man, daß hier erst eine spärliche Krautvegetation die Basalt-

flächen zu erobern beginnt. Interessant ist es, daß die Samoaner diese Gebiete mit dem Namen *o le mu*, d. h. „das Glühende“, bezeichnen. Es fragt sich, ob damit nur der Umstand gekennzeichnet wird, daß dieser Lavaboden hier sich erfahrungsgemäß in der Tropensonne sehr stark erhitzt, sodaß die nacktfüßigen Samoaner es gern vermeiden, ihn während der Tageshitze zu betreten, oder ob sich die Tradition einer von den Vätern noch mit angesehenen Glutflüssigkeit darin erhalten hat.

Eine sichere Kunde historischer Ausbrüche, die nicht in die Eingeborenen hineingefragt worden wäre, gab es aber auf ganz Samoa nicht, und keines der üblichen Anzeichen dafür, daß der Vulkanismus nur ruht, nicht erloschen ist, weder Solfataren, noch Fumarolen, noch heiße Quellen, waren bisher bekannt. Einzig die auf der ganzen Inselgruppe sehr häufigen, aber ganz leichten Erdbeben unterstützten, in Verbindung mit einem im Jahre 1866 in der Nähe der Insel Olosenga stattgehabten submarinen Ausbruch, die Vermutung, daß in den Tiefen des Unterbaus noch vulkanische Kräfte vorhanden sein mochten. Insofern also stellte der neue Ausbruch auf Sawaii eine Überraschung vor.



Er kündigte sich kurz vorher an durch eine Steigerung dieser Erdbeben, wenigstens auf Sawaii. Ob auch auf dem nächstbenachbarten Upolu eine solche beobachtet worden ist, wird noch nicht mitgeteilt. Jedenfalls ist aber auch auf Sawaii die Stärke derselben nicht heftiger gewesen, als daß am 29. Oktober einige niedrige der aus losen Blöcken aufgeschichteten als Schweinezäune dienende Steinwälle der Samoaner auseinanderfielen.

Ob mit diesem Erdbeben schon der Ausbruch selbst begann, ist nicht gewiß, denn schwere Regenwolken umhüllten das Innere der Insel. Erst am 30. wurde in südwestlicher Richtung von dem Hauptstationsort der Europäer in Sawaii, von dem an der Nordküste gelegenen Matautu aus, Rauch und am 31. Feuerschein über den Bergen bemerkt. Unter den Eingeborenen der Nordküste entstand eine Panik, das Inlanddorf Aopo (s. d. Karte) und einige andere Dörfer der Nordküste wurden von ihren Einwohnern verlassen, die sich nach dem Regierungsort flüchteten und ihre Frauen und Kinder noch weiter, zu den Dörfern der Ostküste, sandten.

Unverzüglich schiffte sich der oberste Regierungsvertreter von Sawaii, Herr Williams, in offenem Ruderboot nach Apia ein, das er in 27 stündiger Fahrt erreichte, und überbrachte dem stellvertretenden Gouverneur Dr. **Schnee** die Kunde.

Auf der Insel Upolu, die in der Luftlinie nur etwa 50 km von der Ausbruchsstelle entfernt ist, hatte man anscheinend nicht das Geringste von dem

Ausbruch gemerkt. Die Nachricht erregte in Apia große Aufregung, ängstliche Gemüter rechneten schon mit der Möglichkeit, daß auch Upolus alte Krater wieder lebendig werden könnten. Der Gouverneur aber begab sich sogleich auf dem Motorschuner der Regierung nach Matautu, in seiner Begleitung unter anderen auch der augenblicklich im Auftrage der Göttinger Akademie der Wissenschaften zu astronomischen und erdmagnetischen Studien in Apia weilende Dr. Tetens.

Als diese am 3. November in Matautu eintrafen, konnten sie von hier aus bei klarem Wetter und besonders des Nachts die Aktion des Vulkans deutlich wahrnehmen. Der Ausbruchsherd schien etwa 17 englische Meilen SW z S von Matautu, noch diesseits des Tuasivi genannten Bergrückens, zu liegen. Eine Flammensäule von veränderlicher, durchschnittlich 100 bis 200 m erreichender Höhe schlug daraus hervor, mehreremal in jeder Minute, getrennt durch Pausen von wenigen Sekunden. Das Fernrohr ließ deutlich bei dem jedesmaligen Ausbruch das Emporschleudern und Niederfallen glühender und dunkler Teile erkennen.

Im ganzen erschien aber die Tätigkeit doch so ungefährlich, daß der Gouverneur in eindringlicher Ansprache die Leute beruhigte und sie veranlaßte, ihre Arbeit wieder aufzusuchen. Der von ihm zur Rundfahrt um die Insel und Landung an verschiedenen Punkten entsandte Motorschuner, den Herr Williams und der Regierungslandmesser Herr Haidlen begleiteten, kehrte am 5. November nach Matautu zurück. Nirgends hatte sich eine Schädigung von Eigentum oder gar Leben gefunden, lediglich an der West- und Nordwestküste zwischen Sataua und Salailua hatte man den Niederfall einer ganz dünnen Schicht vulkanischer Asche festgestellt.

Der Gouverneur hatte inzwischen Safune aufgesucht, von wo der Ausbruch noch besser zu beobachten war. Hier war am Tage eine hohe weiße Rauchsäule sichtbar, in der Nacht das Feuer und etwas nördlicher davon glühende Lava. Dumpfes Donnern begleitete die einzelnen Eruptionen. Auch von hier aus aber erschien der Vorgang nicht gefahrdrohender, und so begab sich der Gouverneur am 6. November wieder nach Apia zurück.

Dr. Tetens jedoch blieb und unternahm mit einer Schar von Samoanern den Versuch, zum Krater selbst vorzudringen.

Von Sasina aus wurde zuerst das Dorf Aopo besucht, das fast gänzlich verlassen war. Hier wurde die Expedition am 7. November um 2 Uhr früh durch ein besonders heftiges Erdbeben erweckt, demselben, das gleichzeitig an der Nordküste sehr heftig auftrat, sodaß einige der Missionskirchen — aus Steinen erbaute, aber ganz einfache weißgetünchte Häuser — mehr oder minder stark beschädigt, in einem Fall sogar zerstört wurden.

Von Aopo aus erreichte Dr. Tetens dann in zweitägiger Kletterwanderung auf Urwaldpfaden, in Bachbetten etc., meist unter heftigem Regen, endlich die Höhe des großen ostwestlich streichenden Berggrates, auf dem der Krater vermutet wurde. Wirklich entdeckte man einen solchen durch ein Aushauen des Urwaldes in ungefähr einem Kilometer Abstand und in gleicher Höhe mit dem Beobachtungspunkt, d. h. 1460 m über dem Meeresspiegel. Er hatte etwa 100 m Durchmesser und lag am Nordfuß eines etwas höheren älteren Vulkankegels des Maunga afi, eines jener erwähnten parasitären Krater, die den Flanken aufsitzen. Dampf und Rauch stieg aus dem Krater auf und unablässig wurden rotglühende Steine emporgeschleudert, aber meist nur so hoch, daß sie

wieder in die Öffnung zurückfielen. Nur wenige gelangten darüber hinaus und höhten den Kraterwall langsam auf. Rings um diesen war der Urwald verbrannt, verkohlte Stämme ragten schwarzgefärbt empor.

Dem Krater hier näher zu kommen war infolge der Schwierigkeiten, die die Samoaner machten, nicht möglich. Dr. Tetens drang aber noch unterhalb desselben bis zu der Stelle vor, wohin, wie es von der Küste aus geschienen hatte, der Lavastrom in Richtung auf Aopo zu abgeflossen war. Sehr interessant war, was er dort, 3 km nordwestlich vom Krater und etwa 150 m tiefer, beobachtete. Hier lag ein mächtiger Wall von lose übereinander geschichteten Steinblöcken, 5 bis 10 m hoch und 50 m breit, der nur von einem Lavastrom dort aufgewälzt sein konnte. Dr. Tetens bestieg ihn mit einigen Leuten; die Steine waren aber noch so heiß, daß die barfüßigen Samoaner schleunigst wieder herunterkletterten. Die Bäume des Urwalds hatte der Wall teils verkohlt, teils überwälzt und niedergebrochen. Ob noch ein Lavastrom unter ihm floß, war leider nicht zu erkennen.

Von hier kehrte die für längeren Verbleib nicht ausgerüstete Expedition zur Küste zurück.

Seitdem wurde die Ausbruchsstelle noch mehrmals besucht. Am wichtigsten ist die Expedition des Regierungs-Landmessers Lammert, der von Süden, von Salailua her, am 18. November den 1640 m hohen Kraterrand des Maunga afi erreichte. Er ließ diesen vom Urwald klären und sah vom Nordabhang rund 200 m tiefer den neuen Krater liegen, etwa 600 m entfernt. Hier zeigte es sich, daß noch ein zweiter Krater vorhanden war, etwas weiter nach Nordwesten. Aus beiden stieg Rauch, aus dem nördlichen züngelten aus 5 bis 6 verschiedenen Spalten wie vereinzelte Biwakfeuer 1 bis 2 m hohe Flammen auf. Die das Atmen erschwerenden Dämpfe schienen Kohlenwasserstoffdämpfe und Chlorverbindungen zu sein. Rings um den näher gelegenen Krater war das Laub der Bäume versengt, das Unterholz verbrannt, in der Nähe des Kraters selbst loderten die Bäume noch fort. Unmittelbar am Krater selbst stiegen schwarze Geröllfelder in ca. 30° Steigung ohne jede Vegetation bis 80 m hoch empor, aus Aschen, verbrannten und unverbrannten Gesteinstrümmern, Schlacken und Laven bestehend. Die brennenden Bäume, die Hitze des Bodens, der beißende Rauch zwangen zum Rückzug auf den Maunga afi. Den zweiten Tag war der Anblick vom Lager aus der gleiche. In der dritten Nacht aber, vom 20. zum 21., erfolgte ein neues heftiges Erdbeben mit darauffolgendem, donnerartigem Getöse, das die begleitenden Samoaner in den furchtbarsten Schrecken versetzte. Das Geräusch ging aus von dem nordwestlichen, der Küste näher gelegenen Krater, und schien durch ungeheure Schutt- und Geröllmassen hervorgerufen, die lavinenartig zur Ebene zwischen Asan und Aopo abflossen.

Das sind bis zum 6. Dezember die letzten Nachrichten. Aus ihnen allen geht, so interessant sie sind, gleichmäßig hervor, daß die Eruptionen sich einstweilen doch in sehr bescheidenen Grenzen halten. Sie sind nicht entfernt mit den gewaltigen Naturereignissen von Martinique, St. Vincent oder Guatemala vergleichbar. Verlust an Menschenleben und Eigentum ist überhaupt nicht zu verzeichnen, da sie sich in den menschenleeren Urwaldwildnissen des Innern abspielten; der größte Schaden, der bisher angerichtet wurde, ist die erwähnte Beschädigung der steinernen Missionskirchen und deren materieller Wert ist ein sehr unbedeutender. Bewohntes oder bebautes Gebiet haben die Auswurfsstoffe, von unwesentlichen Aschenhüllen abgesehen, bisher noch nicht erreicht.

Sind somit bis jetzt die Besorgnisse, die man aus der langen Reihe des Vulkanismus in Sawaii anfangs schöpfen durfte, nicht gerechtfertigt worden, so wäre es doch freilich vorschnell, daraus nun auf völlige Sicherheit zu schließen. Es ist durchaus keine Gewähr dafür vorhanden, daß nicht gewaltigere Taten des alten Vulkans nachfolgen werden. Nicht immer beginnt ja eine neue Eruptionsperiode mit dem Hauptausbruch; präliminarische können vorhergehen. Wir dürfen deshalb wohl mit dem größten Interesse den weiteren Nachrichten aus Samoa entgegensehen. Und mag auch diesmal, wie wir hoffen, ein schweres Ereignis uns erspart bleiben, wir sind doch immerhin energisch darauf hingewiesen worden, daß die Inselgruppe noch nicht zu den endgiltig erloschenen Vulkanen gerechnet werden darf.



Erdbebenbeobachtungen von F. Etzold in Leipzig

vom 28. März bis 15. Juli 1902.

Von F. S. Archenhold.

Nach dem Vorgange von Prof. Gerland in Straßburg sind jetzt in vielen deutschen Instituten Seismographen aufgestellt. Auch im Leipziger Physikalisch-mineralogisch-geologischen Institute ist auf Veranlassung von Prof. Credner ein Wiechert'sches astatisches Pendelseismometer aufgestellt worden. In den „Berichten über die Verhandlungen der kgl. sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften" Bd. 54 bespricht Franz Etzold ausführlich unter Beigabe von 2 Tafeln den Standort und das Konstruktionsprinzip*) des Wiechert'schen astatischen Pendelseismometers, wie auch die Gliederung und Deutung der mit diesem Apparate gezeichneten Seismogramme.

Bei Betrachtung der vom Stifte beschriebenen Papierstreifen fiel sofort auf, daß die während der Tagesstunden gezogenen Linien wesentlich breiter waren als die in den Nachtstunden erzielten. In den Tagesstunden machte der Schreibstift fortwährend Zitterbewegungen, so daß der Gedanke nahe lag, diese Auszackungen mit in der Nachbarschaft aufgestellten Maschinen, die pro Minute 100 Touren machten, in Zusammenhang zu bringen, weil während der Nacht und an Sonn- und Festtagen, wenn die Maschinen standen, die Linien glatt verliefen. Unter der Lupe zeigten aber auch die scheinbar glatten Nachtlinien Zickzacklinien, von denen 100 auf eine Minute kamen. Genaue Messungen führten zu folgendem Resultat:

„Der Boden der Stadt Leipzig führt am Standorte des Seismometers bei scheinbar völliger Ruhe pro Minute etwa 100 Schwingungen von 0,0004 bis 0,0006 mm Weite aus, während der industriellen Arbeitszeit aber steigt der letztere Betrag auf das Doppelte und höher".

Die Aufzeichnung dieser minimalen Schwankungen ist nur zu verstehen dadurch, daß das Wiechertsche Pendel die Bewegung des Bodens mit 250facher Vergrößerung auf Papierstreifen in Form von Spirallinien aufzeichnet.

Der Standort des Seismometers ist von der Liebig-, Stephan-, Brüder- und Thalstraße eingeschlossen. Die Bedienung des Apparates geschieht täglich, und wird die Berussung der Papierstreifen im Institut selbst hergestellt. — Der für

*) Vgl. den Artikel v. Aug. Sieberg „Wie pflanzen sich die Erdbebenwellen fort" in unserer Ztschr. Jahrg. 3, S. 76.

die Zeitangabe benutzte Regulator wird durch Vermittlung einer Taschenuhr alle zwei bis drei Tage mit der Fraunhoferschen Normaluhr verglichen, welche sich in der nur 250 m entfernten Sternwarte befindet.

Die Seismogramme ließen in der Zeit vom 28. März bis 15. Juli 1902 folgende 14 Fernbeben erkennen:

1. Das Molukkenbeben vom 28. März 16^h
2. Erdbeben von unbekannter Stätte am 2. April 6^h
3. Erdbeben von unbekannter Stätte am 5. April 20^h
4. Das Beben von Irkutsk am 12. April 1^h
5. Das Guatemala-Beben vom 19. April 3^h
6. Das südwestfranzösische Beben vom 6. Mai 4^h
7. Erdbeben von unbekannter Stätte am 8. Mai 4^h
8. Erdbeben von unbekannter Stätte am 25. Mai 18^h
9. Erdbeben von unbekannter Stätte am 26 Mai 15^h
10. Erdbeben von unbekannter Stätte am 11. Juni $7^h\ 30^m$
11. Das Hall-Innsbrucker Beben vom 19. Juni $10^h\ 30^m$
12. Das macedonische Beben vom 5. Juli 16^h
13. Erdbeben von unbekannter Stätte am 6. Juli 14^h
14. Das südpersische Beben am 9. Juli ca. 5^h

Die Diagramme dieser einzelnen Fernbeben sind von Etzold genau in der oben erwähnten Abhandlung beschrieben und untersucht worden. Vielleicht werden sich noch einzelne Erdbeben unbekannten Ursprungs später durch Vergleich mit den Beobachtungen anderer Erdbebenwarten ermitteln lassen.

Das entfernteste dieser 14 aufgeführten Beben war dasjenige auf den Molukken, das in einer Entfernung von über 11000 km von Leipzig stattfand.

Jede Erdbebenstörung setzt sich nach Omori in der Regel aus zwei Vorphasen, einer Hauptphase und dem Endteil zusammen, beim Nahbeben fallen die beiden Vorphasen zumeist zusammen. Nach A. Belar, dem verdienten Vorsteher der Laibacher Erdbebenwarte, strahlen vom Stoßzentrum Kugelwellen, Erdwellen, mit longitudinaler Schwingung aus, pflanzen sich eventuell durch den ganzen Erdkörper fort und gelangen so an jeden beliebigen Punkt der Erdoberfläche, also auch an den Standort eines Seismometers, welches sie als erste Vorphase aufzeichnet. Der Punkt, in welchem diese Kugelwellen zuerst die Erdoberfläche erreichen und als von unten kommende Stöße empfunden werden, ist das Epizentrum. Hier nun erzeugen sie sehr starke, transversal schwingende Oberflächenwellen, die sich nach allen Richtungen längs der Erdoberfläche ausbreiten, wesentlich geringere Geschwindigkeit besitzen als die Kugelwellen und vom Seismometer als Hauptphase, also Maximum des Bebens, aufgezeichnet werden. Ehe diese letzteren Wellen das Seismometer erreichen, werden natürlich diejenigen Oberflächenwellen bei demselben eintreffen, welche von den die Oberfläche zwischen dem Epizentrum und der mikroseismischen Station erreichenden Kugelwellen erzeugt werden. Diese als erste Oberflächenwellen beim Seismometer anlangenden Wellen zeichnen sich auf dem Seismogramme als zweite Vorphase auf. Naturgemäß werden sich zwischen den an verschiedenen Orten erzeugten Oberflächenwellen Interferenzen einstellen, ebenso werden sich reflektorische Bewegungen geltend machen, sodaß der Hauptphase mit den dominierenden langen Wellen eine unregelmäßige Aufzeichnung folgt, bis sich ganz allmählich die Ruhe wieder einstellt.

Nach dieser Erklärung der auf den Seismogrammen unterscheidbaren Phasen kommt dem Beginne der ersten Vorphase und dem Beginne der Hauptphase die größte Bedeutung zu.

Jeder Stoß wird in zwei Richtungen, in eine Ost-West und eine Nord-Süd-Komponente durch den Seismometer zerlegt. Durch diese Komponentenzerlegung ist es beispielsweise möglich gewesen, bei dem Beben vom 5. Juli den Ursprungsort in Macedonien, einer Schüttergegend hohen Grades, zu vermuten. Diese Prognose bestätigte sich schon nach wenigen Tagen durch Zeitungsnachrichten über ein heftiges Erdbeben in Macedonien, welches 180 Häuser in einem Dorfe in der Nähe von Saloniki total zerstörte und viele Häuser schwer beschädigte. Auch wurden 3 Menschen getötet. Da dieses Erdbeben auch von Prof. Belar in Laibach und von Dr. Schafarzik in Budapest beobachtet worden ist, so wird man vielleicht noch mehr Einzelheiten von seinem Verlauf später erfahren.

Durch Diskussion aller der verschiedenen aufgezeichneten Erdbebenkurven, besonders durch das Guatemalabeben vom 19. April, dessen Wirkung in Leipzig $2^1/_2$ Stunden gedauert hat, kommt Etzold zu folgenden vorläufigen Resultaten:

1. Die von Erdbebenherden aus zuerst zum Seismometerstandorte gelangenden Wellen, Erdwellen, pflanzen sich mit einer Geschwindigkeit von 10 km pro Sekunde fort.

2. Die die Hauptphase eines Bebens, dessen Maximum, auf dem Seismogramme darstellenden Wellen, Oberflächenwellen, gelangen zu dem Seismometer mit einer mittleren Geschwindigkeit von 3,5 km pro Sekunde.

3. Das Produkt der in Sekunden ausgedrückten Zeitdifferenz zwischen dem Beginne der Hauptphase und dem des ersten Einsatzes in dem Seismogramme eines Bebens mit der Erfahrungskonstante 5,5 ist gleich der Entfernung des Seismometers vom Epizentrum in Kilometern.

Die Bestätigung dieser interessanten Resultate an der Hand weiterer Forschung wird von großer Bedeutung sein.



Die im Jahre 1903 wiederkehrenden periodischen Kometen.

Von A. Berberich.

Große, dem unbewaffneten Auge auffällige Kometen gehören zu den seltensten Himmelserscheinungen. Dafür sind die kleinen, nur in Fernrohren sichtbaren Kometen desto häufiger, deren Zahl wesentlich durch die in Zwischenräumen von wenigen Jahren wiederkehrenden kurzperiodischen Kometen erhöht wird. So werden im Jahre 1903 fünf Kometen von kurzer Umlaufszeit in die sonnennächsten Teile ihrer Bahnen gelangen.

Der im Jahre 1843 entdeckte Faye'sche Komet, der in jeder seither stattgehabten Wiederkunft beobachtet werden konnte, passiert anfangs Oktober seine Sonnennähe mit ähnlichem Laufe wie bei der Entdeckung, wo er vom November bis zum April des folgenden Jahres beobachtet worden ist. Jetzt dürfte er, da man seinen Weg kennt, noch vor dem November, vielleicht schon im September aufgefunden werden. Die diesjährige Erscheinung wäre die neunte dieses Kometen, der öfter gesehen worden ist als irgend ein anderer, ausgenommen der Halley'sche und der Encke'sche Komet.

Seit dem Jahre 1889 bekannt, wird der Komet Brooks (1889 V), der von Prof. Bauschinger ausgeführten Bahnbestimmung und den Störungsrechnungen Prof. Neugebauer's zufolge, am 6. Dezember 1903 der Sonne am nächsten sein. Der Erde ist er schon mitte August mit 175 Millionen Kilometern am nächsten stehend; er durchläuft im Herbst und Winter die Sternbilder Steinbock, Wassermann, Fische, befindet sich daher für die Südhälfte der Erde in günstigerer Stellung, als für unsere nördlichen Gegenden. Im Jahre 1889 waren dicht beim Brooks'schen Kometen mehrere Nebenkometen beobachtet worden, der eine über ein Vierteljahr hindurch. Bei der Wiederkehr des Hauptgestirns im Jahre 1896 blieben diese Begleiter sämtlich unsichtbar, ein Zeichen für das Unberechenbare der Kometenhelligkeit — in der ersten Erscheinung war nämlich jener eine Begleiter zeitweilig so hell gewesen wie der Hauptkomet.

Ein Jahr nach dem vorgenannten Kometen wurde ein verwandtes Gestirn von Herrn Spitaler, damals in Wien, durch einen seltenen Zufall entdeckt. Herr Spitaler wollte am 17. November früh den eben gemeldeten neuen Kometen Zona beobachten und sah, als er den 27-Zöller auf die betreffende Himmelsgegend gerichtet hatte, sofort einen Kometen, der ihm aber für den Zonaschen zu schwach und zu klein erschien. Er fand letzteren bald, nur einen Monddurchmesser von dem andern entfernt, den er aber wegen schlechten Wetters beinahe wieder verloren hätte. Am 4. Dezember gelang ihm die Wiederauffindung und bald darauf konnte die kurze Periode, etwas weniger als $6^1/_2$ Jahre, festgestellt werden. Die erste Wiederkunft, 1897, bot keine Möglichkeit, den Kometen zu sehen, dagegen könnte er im Herbste 1903 wiedergefunden werden, da er sich dann in verhältnismäßig günstiger Stellung am Himmel befindet. Er bleibt aber stets ein Objekt für sehr große Fernrohre, vermutlich auch für die photographische Platte, die nach den Erfahrungen von Prof. Wolf in Heidelberg für das Kometenlicht recht empfindlich ist.

Das Jahr 1896 brachte sieben Kometen, darunter außer dem Faye'schen noch zwei periodische, beide mit nahe $6^1/_2$ Jahren Umlaufszeit. Der eine war entdeckt von Giacobini in Nizza am 4. September, der andere von Perrine auf der Lick-Sternwarte am 8. Dezember. Jener sollte im April seine Sonnennähe passieren, er wird für uns durchaus unerreichbar bleiben, da die Entfernung von der Erde sehr groß und seine Helligkeit äußerst gering ist. Der Komet Perrine ist nach der soeben (Astron. Nachr. No. 3840) bekannt gemachten Berechnung des Herrn Dr. Ristenpart am 26. April im Perihel. Seine Stellung wäre jetzt, Ende Januar und Anfang Februar, leidlich günstig für die Auffindung am Abendhimmel, im nördlichsten Teile des Sternbildes Wassermann, ob aber die bei der großen Entfernung von der Erde minimale Helligkeit genügen wird, uns den Kometen sichtbar zu machen, ist eine andere Frage! Im Februar verbirgt sich der Komet in den Sonnenstrahlen, aus denen er erst im Herbst wieder hervortritt; dann hat er sich aber von der Sonne so weit entfernt, daß seine Leuchtkraft nur noch ganz unbedeutend sein dürfte. Er wird also wohl das Schicksal des Kometen Giacobini teilen und unbemerkt vorüberziehen. Um so bessere Aussichten bestehen dagegen für beide Gestirne, im Jahre 1909 in ähnlicher Lage und Helligkeit wie bei ihrer ersten Entdeckung im Jahre 1896, wiedergefunden zu werden.

Kleine Mitteilungen.

Ueber eigentümliche Strahlungserscheinungen berichtet Herr Prof. Graetz in der Physik. Zeitschrift. Bekanntlich hat Herr Russel die Schwärzung photographischer Platten im Dunkeln unter der Einwirkung gewisser Metalle, wie sie in neuerer Zeit so vielfach beobachtet wurde, auf den Einfluss des Wasserstoffsuperoxyd (H_2O_2) zurückgeführt. Es genügen nicht nur geringe Mengen H_2O_2 in der Nähe photographischer Platten, um solche Schwärzungen hervorzubringen, sondern die Wirkung findet sogar durch eine ganze Reihe fester und flüssiger Körper, wie z. B. Gelatine, Guttapercha, Ebonit, Celluloid, Kampher, Aether, Benzin, Petroleum u. a hindurch statt. Die Tatsache nun, dass die Wirkung auch durch Metalle in dünnen Schichten wie Aluminiumfolie und Blattgold hindurchgeht, zeigt, dass es sich hier, entgegen den Ansichten Russels, um Strahlungsvorgänge handelt, denn die Wirkung ist auch vorhanden, wenn die H_2O_2-Dämpfe, welche nach R.'s Meinung die Ursache sein sollten, durch Fortblasen ausser Aktion gesetzt werden. Die Fortpflanzung der Strahlen, welche eine gradlinige ist, wie die mit der Strahlung erhaltenen scharfen Bilder erweisen (eine regelmässige Reflexion von Glas- oder Metallspiegeln findet allerdings nicht statt, wie denn auch die weitere Ausbreitung der Strahlen eine diffuse ist), beruht nicht auf der Aussendung negativer Elektronen, sondern ist vielmehr in der Aussendung irgend welcher Teilchen, von denen wir bisher gar nichts wissen, zu suchen.

Von diesen Strahlen bringt nun Herr Graetz eine ganz besonders merkwürdige Erscheinung zur allgemeinen Kenntnis, die er als „Rückabbildung" bezeichnet. Ein auf die Glasseite einer photographischen Platte gelegtes Kupferstück bringt nämlich in der Dunkelheit auf dieser Platte ein Bild von sich selbst hervor, sobald die lichtempfindliche Seite der Einwirkung von H_2O_2 ausgesetzt wird. Da das Kupferstück nicht in den Strahlengang eingeschaltet war, kann man das Bild nicht als ein Schattenbild ansprechen. Papier, dünne Ebonit- oder Holzplatten, auch weitere belichtete oder unbelichtete Platten, welche zwischen Kupfer und photographische Platte treten, stören die Rückabbildung nur in Bezug auf die Intensität der Schwärzung, die man beim Entwickeln erzielen kann. Dabei scheint die Rückabbildung wesentlich vom Rande auszugehen, da die Metallbilder in der Mitte stets dunkler sind als am Rande. Nichtmetallische Körper, die selbst keine Abbildung hervorbringen, hindern die Rückabbildung der Metallkörper ebensowenig wie Flüssigkeiten; letztere haben sogar vielfach eine verstärkende Wirkung, denn sogar nichtmetallische Körper zeigen, auf getränktes Papier gelegt, eine schwach sichtbare Aufhellung, die allerdings bedeutend geringer ist als die von den Metallen ausgehende. Die Verschiedenheit der Wirkung verschiedener Flüssigkeiten zeigt sich ganz deutlich, wenn zwischen das Metallstück und die Glasplatte zwei durch eine Scheidewand getrennte Flüssigkeiten eingeschaltet werden. Neben der Verschiedenheit in der Metallabbildung durch die verschiedenen Flüssigkeiten hindurch zeigt sich auch eine unterschiedliche Schwärzung auf den von ihnen bedeckten Seiten der Platte. Ordnet man die bisher untersuchten Flüssigkeiten in eine Reihe nach aufsteigender Schwärzung der Platten an, so ergiebt sich etwa das folgende Bild: freies Glas der Platte, Petroleum, Terpentin, Wasser, Salzlösungen, Alkohol, Ammoniak. Die Wirkung dieser Flüssigkeiten war sogar eine solche, dass sie unter Umständen die Rückabbildung des Metalles umkehrte, sodass diese sich nach der Entwicklung duch Zinksulfat hindurch dunkel auf hellem Grunde und durch Ammoniak auf derselben Platte hell auf dunklem Grunde ergab. Die intensive Wirkung von Ammoniaklösungen gestattet sogar, mit Ammoniak auf das Glas geschriebene Züge abzubilden, welche dunkel und etwas diffus erscheinen.

Merkliche Unterschiede in der Wirkung der verschiedenen Metalle wurde nur dadurch hervorgebracht, dass man dieselben auf mit verschiedenen Flüssigkeiten getränktes Papier legte, wobei sich zeigte, „dass immer, wenn ein chemischer Angriff zwischen Metall und Flüssigkeit stattfindet, das Metall ganz besonders hell durch Rückabbildung erscheint. Es gelingt auf diese Weise, chemische Prozesse selbsttätig photographisch abzubilden."

Herr Graetz empfiehlt zu diesen Versuchen das käufliche 3prozentige H_2O_2 und Platten der Aktiengesellschaft für Anilinfabrikation in Berlin, während die bekannten Lumièreplatten am wenigsten geeignet sind.

Bemerkenswert ist übrigens noch die enorme Abhängigkeit der Strahlungswirkung von der Temperatur, wie es bei keiner anderen Strahlungsart der Fall ist. Die minimalen Temperaturdifferenzen an einzelnen Stellen der Schicht von 0,01 und 0,02 Grad, welche nur mittels Thermoelement messbar sind, genügen, um Unterschiede in der Schwärzung der Platten hervorzubringen,

sodaß sich sozusagen der Temperaturzustand der Platte direkt photographieren läßt. Diese „Thermophotographien“ erscheinen an den Stellen tieferer Temperatur nach der Entwicklung dunkler, an den wärmeren heller. Herr Graetz ist nun damit beschäftigt, auf dieser Grundlage zu versuchen, ultrarote Spektren photographisch so weit wie möglich abzubilden. Linke.

* * *

Über einige Erscheinungen, welche die Fortpflanzung elektrischer Wellen über die Oberfläche des Meeres und der Erde beeinflussen, berichtet Mr. H. B. Jackson in den Proc. of the R. Soc. 1902, vol. 70. Die Störungen, welche der Verwendung Hertz'scher Wellen für telegraphische Zwecke zur See Schwierigkeiten bereiten, sind einer exakten Untersuchung bisher recht wenig zugänglich, da man gezwungen ist, mit dem Kohärer, als anzeigendem Instrument, messend vorzugehen, obwohl er zu diesem Zwecke durchaus nicht geeignet ist. H. Jackson ermittelte nun, daß er mit ihm im Durchschnitt unter genau gleichen Umständen bis zu 50% abweichende Ergebnisse erhielt, welchen Fehler er bei den Messungen selbst durch Häufung der Beobachtungen wie auch durch die Anwendung zweier Empfänger gleicher Empfindlichkeit herabzumindern versuchte. Die Ergebnisse der Versuche erweisen, daß die Entfernung, bis zu welcher signalisiert werden kann, sich mit der Größe, Art und Beschaffenheit des dazwischen liegenden Landes und der Hindernisse ändert, wobei aus den Beobachtungen, welche in großer Zahl in der Arbeit vorliegen, der Schluß gezogen werden kann, daß die Wellen um, über und durch das Land dringen können. Atmosphärische Verunreinigungen, wie Staub oder Salz, vermindern besonders in feuchter Luft die Signalweite, indem sie wahrscheinlich absorbierend wirken. Daneben machen sich naturgemäß atmosphärische elektrische Erscheinungen störend bemerkbar. Auch die Erde hat einen wenn auch nur unbedeutenden Einfluß gegen die über der Erdoberfläche isoliert im oder am Luftdrahte angebrachte Kapazität. Schließlich wird bemerkt, daß ein Uebertragungssystem, in welchem die Schwingungen schnell gedämpft werden, auf entfernte Empfänger unregelmäßig wirkt wegen der Unregelmäßigkeit der Wellen, welche verschiedene Typen der Störung an verschiedenen Stellen ihres Weges erzeugt. Linke.

* * *

Entdeckung eines neuen Kometen Giacobini 1903a. Nicht weit von dem Orte, wo nach der Bossertschen Vorausberechnung der Komet Tempel-Swift stehen sollte, hat Giacobini auf der Nizzaer Sternwarte am 15. Januar den ersten Kometen dieses Jahres entdeckt. Die Bewegung dieses Kometen weicht so stark von der des gesuchten Tempel-Swift ab, daß die Identität beider ausgeschlossen erscheint. Nach einer von den Herren Kreutz und Ebell abgeleiteten Bahn ist der Komet an folgenden Orten zu finden:

1903	Rectasc.	Decl.	Helligk.	1903	Rectasc.	Decl.	Helligk.
Febr. 2.	$23^h\ 14^m\ 38^s$	$+5^\circ\ 59'{,}7$		Febr. 12.	$23^h\ 29^m\ 35^s$	$+9^\circ\ 13'{,}1$	3,81
4.	17 25	6 35,6	2,36	14.	32 54	9 56,0	
6.	20 18	7 12,7		16.	36 19	10 39,6	5,06
8.	23 17	7 51,3	2,96	18.	39 50	11 23,6	
10.	$23^h\ 26^m\ 23^s$	$+8^\circ\ 31'{,}5$		20.	$23^h\ 43^m\ 28^s$	$+12^\circ\ 7'{,}4$	6,97

Als Einheit für die Helligkeit ist die vom 15. Januar, dem Entdeckungstag, nämlich 10. Größe, zu Grunde gelegt. Der Komet wird also am 20. Februar schon 9. Größe sein, so daß er in kleineren Kometensuchern bequem gesehen werden kann. Bis zum 8 Februar steht der Komet in den Fischen, alsdann rückt er in den Pegasus. Er bewegt sich auf Algenib (γ Pegasi) zu und bildet am 14. Februar mit diesem und Markab (α Pegasi) ein gleichschenkliges Dreieck. F. S. Archenhold.

Fragekasten.

Albert Leichsenring, Grunewald. Die Vereinseinladungen etc. kommen als unbestellbar zurück; wir bitten um Angabe der neuen Adresse.

Frl. v. K. Wir teilen Ihnen mit, daß der Orion-Nebel jetzt bereits von abends $\frac{1}{2}$7 Uhr an mit dem großen Fernrohr gezeigt wird, jedoch ist er nur noch bis Mitte März günstig zu beobachten.

X. Y. in B. Der Mars wird am 30. März 1903 wieder in Erdnähe kommen. Er beschreibt jetzt in der Jungfrau eine Schleife. Ende Juli wird er der Spica sehr nahe kommen; den Besuchern der Treptow-Sternwarte wird er schon von Mitte Februar an gezeigt und sind seine Kanäle gut zu sehen.

Für die Schriftleitung verantwortlich: F. S. Archenhold, Treptow-Berlin; für den Inseratenteil: C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin W
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

3. Jahrgang. Heft 10. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte. 1903 Februar 15.

Verlag von C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin.

Diese Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. — Abonnementspreis vierteljährlich Mark 2.— (Ausland Mark 2.50), einzelne Nummer 50 Pfg. franko durch den Verlag, Berlin W. 35, Schöneberger Ufer 43, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungspreisliste 11. Nachtrag 7814 a).

Anzeigen-Gebühren: Die einspaltige Petitzeile 40 Pfg. 1/1 Seite 60.—, 1/2 Seite 30.—, 1/4 Seite 15.— Mk. Bei Wiederholungen Rabatt.

INHALT.

Zur Ptolemaeus-Frage.

Claudius Ptolemaeus und seine babylonischen Quellen.

Von Max Jacobi.

Während bis zum Beginne des 19. Säkulums Claudius Ptolemaeus als Autor des auf gründlichem Quellenstudium und vorzüglicher Fachkenntnis beruhenden „Almagest" hoch geschätzt wurde, mehrten sich seit dem Auftreten Delambre's jene Stimmen, welche Ptolemaeus nur als denjenigen gelten lassen wollten, der die astronomischen Ideen des genialen Hipparch sich zu eigen machte und vertiefte. Selbst der üble Ruf eines gewissenlosen Plagiators bleibt in der modernen Zeit dem großen Alexandriner nicht erspart; und nur wenige Fachgelehrte weisen auf die bleibenden Verdienste des Ptolemaeus hin, welche ihn trotz seiner unleugbar starken Anlehnung an Hipparch zu einem Astronomen allerersten Ranges stempeln*). Um so erfreulicher scheint es, daß die vertiefte und erweiterte semitische Sprachforschung der letzten Jahrzehnte uns auch in den Stand gesetzt hat, Claudius Ptolemaeus als eifrigen Erforscher babylonischer Quellen über astronomische Begebenheiten kennen zu lernen und somit gleichzeitig eine Bestätigung seiner Angaben zu erhalten. Gestützt auf die unübertroffene Darstellung der Jesuiten Srassmaier und Epping über die Astronomie Alt-Babylons**), fernerhin auf die geistreiche Ausführung Sayce's in der „Transaktion-Bibl."***) nicht zum letzten auf eigene sorgfältige Quellenforschungen, gelang es dem bekannten Assyriologen J. Oppert, einen bemerkens-

*) Man beachte die neuesten Artikel in der *„Bibliotheca Mathemat."* (1901 und 1902) und vergl. auch den interessanten Dispul zwischen Prof. Foerster und Prof. Hultsch im „Weltall" 1901.

**) Ergänzungshefte zu den „Stimmen aus Maria Laach" 44: P. J. Epping S. J. und P. J. N. Strassmaier S. J.: „Astronomisches aus Babylon", Freiburg i. Br. 1889. Fernerhin bemerkenswert die öfters erwähnten scharfsinnigen Ausführungen Fr. Hommels über die „Astronomie der alten Chaldäer" im Ausland 1891—1893.

***) Rev.: A. H. Sayce: *„The astronomy and astrology of the Babylonians"* in *„Transact of the Bib. Arch. Soc."* Bd. III, 1873.

werten Zusammenhang zwischen den Angaben des Finsternis-Verzeichnisses im Almagest und altbabylonischen Keilschrift zu finden*).

Da alle diesbezüglichen Ausführungen allein in semitistischen Fachblättern veröffentlicht wurden, so scheint mir eine kurze Erörterung der interessierenden Tatsachen im „*Weltall*“ nicht unangebracht. —

Im 14. Kapitel des 5. Buches spricht Ptolemaeus bekanntlich von den Finsternissen und erwähnt hierbei 2 Mondfinsternisse, die eine im Jahre 5 der Ära des Nabonassar, die andere im Jahre 7 der Ära des Cambyses. Die Zwischenzeit zwischen beiden Finsternissen giebt der Alexandriner zu 188 Jahren an und erwähnt dann alle charakteristischen Erscheinungen dieses Phänomens — wie Oppert l. c. darlegt, auf Grund der babylonischen Texte**).

Wir erfahren somit, daß die letztere Finsternis am 17. Phamenoth des Jahres 225 der Nabonassar'schen Aera eingetroffen ist. Nun ist es zur Kritik des Almagest wohl bemerkenswert festzustellen, daß die sogenannte „Nabonassar'sche Aera“ keine Zeiteinteilung altbabylonischen Ursprungs ist, sondern daß sie auf der großen Sirius-Periode des ägyptischen Kalenders beruht***).

Im Jahre 1322 v. Chr. (am 20. Juli julian. und am 8. Juli gregorian. Stils) war der Anfang einer neuen regelmäßigen Sothis-Periode, während welcher jedes 4. bürgerliche Jahr der Ägypter sich bekanntlich um einen Tag verschob, so daß der Neujahrstag, der erste Thot, in jener Periode das ganze Jahr durchwanderte. Nun fiel im Jahre des Regierungsantritts Nabonassar's (747 n. Chr.) der erste Thot auf den 26. Februar julian. und den 18. Februar gregorian. Stils. Das Jahr 225 des Nabonassar — 800 der Sothisperiode — begann am Mittwoch, den 1. Jan. 523 (julian. Stils). Der 17. Phamenoth fällt somit auf den 16. Juli 523 a. Chr. n.

Diese Finsternis vom 17. Phamenot wurde verschiedentl. — u. a. von Pingré und Oppolzer†) — berechnet.

Gleichzeitig hat sie der bereits oben rühmlichst erwähnte Jesuit Epping nach Keilschriftangaben zu berechnen versucht. In neuerer Zeit ist indessen eine altbabylonische Inschrift entdeckt worden, die zur genauen Feststellung der Zeit jener Finsternis von größter Wichtigkeit sein dürfte.

Man gestatte uns, diesen chaldäischen Beleg für die Angaben des Almagest in der trefflichen Übersetzung J. Oppert's hier anzuführen:

„L'an 7, au mois de Thammuz, la 14me nuit une di-horie et deux tiers 3½ heures après la nuite tombante, la lune fut éclipsée. Dans le plein (milieu) de l'éclipse le demidiamètre fut éclipsé et le nord resta invisible.“

Bemerkenswert ist, dass Ptolomaeus die babylonische Wendung *Isi irihu*, welche ungefähr „Hälfte des Durchmessers“ bedeutet, wörtlich und genau so schwerfällig mit *τὸ ἥμισυ τῆς διαμέτρου* übersetzt.

*) J. Oppert: „*Un texte babylonien astronomique*“ in Bezold's „Zeitschrift für Assyriologie und verwandte Gebiete.“ Bd. VI, Heft 1 und 2

**) Es erscheint nicht unnötig, die betr. Stelle des „Almagest“ hier wörtlich aufzunehmen: *τῷ ζ ἔτει Καμβύσου, ὅ ἐστι σκε ἔτος ἀπὸ Ναβονασσάρου, κατ' Αἰγυπτίους Φαμενὼθ ιζ εἰς τὴν ιη; πρὸ μιᾶς ὥρας τοῦ μεσονυκτίου, ἐν Βαβυλῶνι ἐξέλιπεν ἡ σελήνη ἀπ' ἄρκτων τὸ ἥμισυ τῆς διαμέτρου.*

***) Wir erwähnen unter der reichen Litteratur, die Sothis-Periode betr., nur die immer noch brauchbare Abhandlg. Boeckh's: „Manetho und die Hundssternperiode“, fernerhin Lepsius „Chronologie der alten Ägypter“ 1849.

†) Oppolzer: „Kanon der Finsternisse“, Wien 1887.

Indem wir nunmehr auf die Berechnungen dieser Finsternis an sich näher eingehen, finden wir einen beträchtlichen Unterschied in den einzelnen Angaben*). So setzt Pingré für die Mitte der Finsternis $11^h\ 50^m$ fest, Oppolzer dagegen $11^h\ 59^m$, P. Epping $11^h\ 57^m$ und endlich jener zuerst von Oppert richtig gedeutete babylonische Text $11^h\ 36^m$. Letztere Angabe kommt auch der Darlegung des Ptolomaeus näher, der nicht von der „Mitte der Nacht" (*τόμενον*) spricht, was gewiss der Fall wäre, wenn er die Mitte der Finsternis zu $11^h\ 57^m$ angenommen hätte. Im Gegenteil setzt der Alexandriner die Finsternis für „eine Stunde vor Mitternacht" fest und beweist hiermit, daß er sich in genauer Weise an die Angaben der chaldäischen Astronomen gehalten hat.

Was die zweite von Ptolemäus l. c. erwähnte Finsternis betrifft, so liegen hier die Verhältnisse keineswegs ganz klar, weil man über die Aera des Cambyxes nicht einerlei Meinung ist. Die postulierte Zwischenzeit von 188 Jahren dürfte indessen — wie Zech**) und Oppolzer (l. c.) nachgewiesen haben — einzuhalten sein.

Die fleißigen Studien des großen Alexandriners in altbabylonischen Quellen treten noch an sehr vielen anderen Stellen des „Almagest" zu Tage. Lassen wir hier ganz beiseite, wie weit Ptolemäus den chaldäischen Mythographen bei der Einteilung eines Himmelsglobus in Sternbilder gefolgt ist!***) Wohl aber verdient die Art seiner Eklipsen-Angaben und Mondörter-Berechnungen verglichen zu werden mit keilinschriftlichen Berichten, deren Stimme gleich jener heraklitischen Sibylle weisheitsschwer durch die Jahrtausende schallt!

Und da ist es doch erfreulich, den mustergültigen Studien eines Gelehrten im wesentlichen folgen zu können, der allen Lesern des „Weltall" nicht unbekannt sein dürfte: F. K. Ginzel. Sein höchst sorgfältig gearbeiteter Traktat über „Die astronomischen Kenntnisse der Babylonier" (S.-A. aus Lehmanns „Beiträgen zur alten Geschichte" 1902) beschenkt uns mit einer Fülle historisch-astronomischen Materials, das — bisher in allerlei Zeitschriften zerstreut — nur durch eine mühsame Excerpten-Sammlung zu erlangen war. Freilich unterliegt auch Ginzel's trefflicher Versuch gewissen Metamorphosen, da unsere Forschungen in der altbabylonischen Astronomie durch die stete Vermehrung der keilinschriftlichen Vorlagen in kurzen Zeiträumen ergänzt und vertieft werden.

Doch nun zur Sache!

In den altbabylonischen Keilschrifttexten werden die Finsternisse recht sorgfältig verzeichnet, wenn man auch von einer Gründlichkeit im modern-exakten Sinne füglich absehen muß. Beispielsweise seien hier einige Eklipsennotizen erwähnt, die Ch. Virolleaud aus altbabylonischen Texten astrologischen Inhaltes im vorjährigen Septemberheft der Bezold'schen „Zeitschr. f. Assyriologie" veröffentlicht hat.

Da heißt es (nach der französischen Übersetzung V's.):

„Si au mois de Tishri le Ier, le soleil s'obscurrit . . .
Si au mois de Ve'adar il y a éclipse de soleil . . ."

---

*) Diese Unterschiede erklären sich ganz naturgemäß dadurch, daß die Tafeln, mit denen Pingré, v. Oppolzer und Epping rechneten, eben grundverschieden von einander sind. — Die Redaktion.

**) Zech: „Über die Finsternisse im Almagest" (Lpzg. 1852), eine gekrönte Preisschrift, die auch jetzt noch anerkannt werden muß.

***) Einige Daten zur astral-mythographischen Literatur, die für unsere Zwecke brauchbar erscheint. A. Bouché Leclercq in seiner öfters zitierten „*Astrologie grecque*" 1898. Maaß: „Aratea". Rehm: „Mythographische Untersuchungen". Vor allem Bolls neuestes ganz vorzügliches Werk „Sphaera" Lpzg. 1903.

Jede ohne Berechnung eingetroffene Finsternis weissagte großes Unheil.

„Si le soleil s'obscurrit à un moment qui n'a pas été prévu, la lumière brûlera comme le feu
Si le soleil s'obscurrit à un moment qui n'a pas été prévu, le Roi aboutira au désastre
Si le soleil s'obscurrit à un moment qui n'a pas été prévu et que l'ourajan fasse rage, défaite de l'armée".

Derlei auch in religionswissenschaftlicher und weltgeschichtlicher Hinsicht nicht unwichtige Texte bestätigen schlagend die Behauptung Prof. Ginzel's, daß sich die chaldäische Astronomie aus der Astrologie, aus psychologischen Motiven, entwickelt hat und mit der Stiefschwester der Sternkunde auch fernerhin eng verbunden geblieben ist. Und dies erklärt uns so manche astrologische Andeutung im Almagest*). — Die Art der Eklipsen-Berechnung bei den Chaldäern ist freilich noch nicht einwandsfrei erklärt. Man kann wohl mit Sicherheit vermuten, daß es sich nur um eine empirisch gewonnene Methode handele, wie wir sie in Alt-China und späterhin auch bei Thales bemerken; es ist aber sehr interessant, aus den chaldäischen Mondtafeln zu ersehen, daß die Astronomen am Euphrat zur Zeit des Lykurg bereits die 4 verschiedenen Mondumlaufszeiten unterschieden haben. Ginzel versichert, daß die altbabylonischen Werke mit den von Hipparch-Ptolemäus gebotenen genau übereinstimmen**).

Der genannte Autor ist auch der wohl einwandsfreien Meinung P. Tannerys und P. Kuglers, daß die chaldäischen Astronomen in ihre Mondörter-Berechnungen von den monatlichen Differenzen der Neumondlängen ausgegangen sind, wobei man freilich voraussetzen muß, daß ihnen die Dauer des mittleren synodischen Monats und die Sonnenanomalie nicht unbekannt waren. Weiterhin müssen sie die so berechneten Neumondsörter mit den Zodiakalzeichen in Connex gebracht und späterhin mit Hilfe des drakonitischen Monats auch die Breite der Mondposition in den Sizygien genauer bestimmt haben.

Tannery vertritt in seinem auch von Ginzel erwähnten Traktat *„Recherches sur l'histoire de l'Astronomie ancienne"* die freilich stark angezweifelte Behauptung, die Babylonier hätten die Bewegung des Mondes in Länge mit Zuhilfenahme von arithmetischen Reihen in aufsteigender und absteigender Form ausgedrückt, wobei 18′ als Variation der täglichen Bewegung angenommen wurden. Aehnlich wäre auch die Bewegung vom Mond in Breite durch arithmetische Progressionen berechnet worden. Ob diese Hypothese den Kernpunkt trifft, haben wir nicht zu entscheiden. Professor Ginzel bietet sogar einen Überblick über die Berechnuugsart der Chaldäer in moderner Form, deren Zuverlässigkeit im Hinblick auf das Thema noch geprüft werden müßte; dann erst könnte man einen ersprießlichen Nutzen für die Almagestforschungen erwarten. Die Mondfinsternisse wurden — wie schon erwähnt — auf empirischem Wege berechnet und zwar wahrscheinlich mit der sogenannten Saros-***)Periode von 18 Jahren und 10 Tagen.

*) Vgl. auch Franz Boll, Studien zu Claudius Ptolemaeus, Lpzg. 1894.

**) Die Werke des Hipparch adoptierte Ptolemaeus, indem er den chaldäischen Berechnungen Ungenauigkeit vorwarf. Nach dem großen Bithynier ist

die Dauer des synodischen	Monats:	29^d	12^h	44^m	$2^s,9$
„ „ „ drakonitischen	„	27	5	5	35,6
„ „ „ siderischen	„	27	7	43	11,4
„ „ „ anomalistischen	„	27	13	18	33,9

Vgl. im übrigen den Almagest des Ptolemaeus lib. IV. in der neuen Heibergschen Ausgabe.

***) Saros (Sossos) entspricht dem babylonischen Sechziger-Werke.

Allmählich ist man wohl zur Einsicht gelangt, daß eine Verdreifachung der Periode (54 Jahre 35 Tage) — bei Ptolemäus ἐξελιγμός genannt — gewisse Fehler-Eliminationen erlaube. Nunmehr gingen die Sternkundigen des Zweiströmelandes auch der Berechnung der Sonnenfinsternisse energisch zu Leibe und fanden den Ausgleich zwischen synodischem und drakonitischem Monat in 27730 Tagen = 939 synodischen Monaten = 1019 drakonitischen Monaten*).

Ginzel erwähnt mit Recht als Merkwürdigkeit, daß dieser Cyklus nur um 29ᵈ kürzer ist als der 76jährige Cyklus, welchen der athenische Astronom Kalippus zur Verbesserung des metonischen Kalenders eingeführt hat.

Auf solch mühevollem Wege ist es den altbabylonischen Astronomen gelungen, trotz ganz ungenügender Instrumente Eklipsen für Jahrhunderte im Voraus zu berechnen**) und auch sonst Beobachtungen aufzusammeln, die Ptolemaeus bei der Konzeption seines Standardwork nicht zu unterschätzende Dienste geleistet haben.

Und es bedeutet jede Ehrenrettung des großen Alexandriners auch eine Lobpreisung seiner chaldäischen Vorgänger, deren wissenschaftlicher Frohnarbeit er seine immergrünen Lorbeern großenteils verdankt.



Die Blochmannsche Strahlentelegraphie.

Ueber ein neues System der drahtlosen Telegraphie hat Blochmann auf der letzten Naturforscher-Versammlung in Karlsbad gesprochen und in der Physik. Zeitschr. über seinen Vortrag selbst berichtet. Der Erfinder sucht bei seinem System, das er „Strahlentelegraphie" nennt, die Hauptnachteile der Wellentelegraphie zu vermeiden, diese sind nämlich: 1. die Verbreitung der Telegramme von der Sendestation nach allen Richtungen, sodaß die Geheimhaltung unmöglich ist, 2. die Registrierung der Zeichen an der Empfangsstation, die aus einer beliebigen Richtung herkommen, also von fremder Seite gegeben werden, um eine Verständigung zwischen zwei bestimmten Stationen zu vereiteln. Ferner sucht er eine Möglichkeit zu geben, die Richtung, aus welcher die auf der Empfangsstation einlaufenden Telegramme kommen, zu bestimmen.

Die erwähnten Nachteile knüpfen sich prinzipiell an die Anwendung der in den Luftraum emporgeführten Verstärkungsdrähte. Der Erfinder verwandte bei seinen Versuchen also anstatt dieser Drähte linsenförmige Körper aus einem Material, dessen Dielektrizitätskonstante möglichst groß ist, z. B. Harz, Glas, Paraffin etc. Mit Linsen von 80 cm Durchmesser überstrahlte er unter Verwendung von ca. 20 cm langen Wellen kilometerweise Entfernungen, bei einer primären Arbeitsleistung von weniger als 1 Kilowatt. Generatoren und Detektoren für elektrische Strahlung blieben wie bisher, die Eigentümlichkeit liegt ausschließlich im Fortfall der Verstärkungsdrähte. Dadurch, daß die Sendestation die für Erzeugung elektrischer Strahlung nötigen Apparate in einer metallischen Kammer enthält, an deren einer Stelle die erwähnte Linse ange-

*) Freilich sind auch dies nur halbwegs begründete Hypothesen, welche auf die Quellen des Almagest erhellendes Licht werfen sollen.

**) In dieser Hinsicht cf. L. Borchardt („Zeitschr. f. ägypt. Sprache" 1899).

bracht ist, wird erreicht, daß elektrische Wellenzüge nur durch die Linse austreten können und beim Austritt konzentriert und gerichtet werden. Die Einwirkung der gerichteten Strahlen bezw. Wellen wird durch ein nochmaliges Durchgehen der Strahlen durch eine gleiche Linse, die an dem Detektor der Empfangsstation angebracht ist, verstärkt, der eigentliche Detektor befindet sich im Brennpunkte dieser Linse. Abgesehen von dieser durch das Gesagte bedingten Zusammenhaltung der Strahlenenergie wird bei diesem System erreicht, daß die Wellenzüge nur zwischen diesen Stationen im Allgemeinen in geradliniger Fortpflanzung sich bewegen.

Zwischen beiden Stationen darf bei der Strahlentelegraphie kein für elektrische Wellen Schatten bildender Gegenstand sich befinden. Holzwände oder Nebel bilden kein solches Hindernis, letzteres zeigt besonders die Überlegenheit dieses Systems gegenüber den anderen Systemen. Durch Einschaltung von Relais-Stationen läßt sich übrigens die Entfernung, welche durch Strahlentelegraphie überbrückt werden kann, auf eine beliebige Größe steigern, sobald Punkte für Relais-Stationen vorhanden sind. Da die Sende- und Empfangsapparate dieselben sind wie bisher, so kann jede Station auch mit einem Verstärkungsdraht versehen werden, der im Bedarfsfalle eingeschaltet wird.

Eine besondere Eigenschaft des Blochmannschen Systems besteht ferner darin, daß man die Richtung der ankommenden Strahlen an der Empfangsstation genau bestimmen kann. Parallel ankommende Strahlen werden im Brennpunkte der Linse vereinigt und von dem dort befindlichen Detektor zur Wahrnehmung gebracht. Strahlen, deren Richtung einen Winkel zur Linsenachse bilden, werden nicht im Brennpunkte vereinigt, lassen also den Detektor — bei hinreichend großer Winkelabweichung — unbeeinflußt, können jedoch von einem im neuen Strahlenvereinigungspunkte befindlichen Detektor zur Wahrnehmung gebracht werden. Bei Anbringung mehrerer Detektoren kann man also gewissermaßen die vor der Linse liegende Gegend elektrisch im Innern der Kammer der Empfangsstation abbilden und zwar mit ziemlicher Genauigkeit.

Nach dem Vorgesagten erscheint diese Blochmannsche Strahlentelegraphie*) als ein bemerkenswerter Fortschritt und ist es für die Verbreitung dieses Systems gewiß günstig, daß es bei größerer Vermehrung der Stationen für gewöhnliche Wellentelegraphie nicht möglich sein würde, nach bestimmten Richtungen hin zu arbeiten, da die gegenseitige Störung der Apparate so groß sein würde, daß keine ungestörten und vor allem keine geheimen Telegramme erhältlich wären.

Endlich sei noch erwähnt, daß an besonders gefahrdrohenden Küsten der stark frequentierten Schiffahrtsstraßen diese Strahlentelegraphie besonders bei Nebel zur Feststellung des Standortes von Schiffen wertvolle Dienste leisten wird.

F. S. Archenhold.

*) Einen Überblick über die verschiedenen Systeme bietet: „R. Blochmann, Die Entwicklung der asymptotischen Telegraphie (sog. „Telegraphie ohne Draht“). Berlin. Verlag von E. S. Mittler & Sohn.“



Aus dem Leserkreise.

Die Tierkreiszone und die durch die Präzession verschobenen Zeichen der Ekliptik.

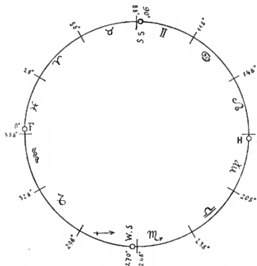
Von J. Adamczik, Prof. an der Bergakademie zu Pribram.

Die 12 Himmelszeichen der Ekliptik sind bekanntlich Namen für 12 Abteilungen des Ekliptikkreises zu je 30°, beginnend beim Frühlingspunkte. Da nun der Frühlingspunkt infolge der Präzession alljährlich um 50",42 westwärts in der Ekliptik fortschreitet, die Längen der Gestirne also jährlich um diesen Bogen wachsen, während mit ganz seltenem Konservatismus an dem über 2000 Jahre alten Brauche festgehalten wird, diese Zeicheneinteilung mit dem sich stets verschiebenden Frühlingspunkte zu beginnen, so ist schon lange ein unleugbarer Widerspruch in der Lage der Ekliptikzeichen und jener Sternbilder der Tierkreiszone, nach welchen jene Zeichen benannt wurden, vorhanden. So tritt z. B. die Sonne am 21. März in das „Zeichen des Widders", aber erst ungefähr 4 Wochen später in das „Sternbild des Widders". Trotzdem spricht man aber immer noch vom „Widderpunkte", der wohl allein richtig nur „Frühlingspunkt" heißen sollte, und sich jetzt doch im „Sternbilde der Fische" befindet. Ebenso hat jetzt die Sonne ihren höchsten Stand am 21. Juni im „Sternbilde der Zwillinge", man spricht aber immer noch vom „Wendekreise des Krebses", da sich die Sonne im „Zeichen des Krebses" befindet. Desgleichen befindet sich jetzt der Herbstpunkt, dem das Zeichen der Wage zukommt, im „Sternbilde der Jungfrau" und das Wintersolstitium, dem das „Zeichen des Steinbocks" zukommt. im „Sternbilde des Schützen".

Wie verwirrend wirkt das beim Anfangsunterrichte und wie erschwerend ist dies für die allgemeine Orientierung am Himmel, besonders für jene, welche gerade nicht Berufs-Astronomen sind! Etwas Zwingendes dürfte wohl aber kaum vorhanden sein, welches nötigt an diesem Herkömmlichen so starr festzuhalten.

Die oben angeführten Widersprüche und Abweichungen könnten aber sofort behoben werden, wenn man die „alte, historische Zeicheneinteilung der Ekliptik" durch Zurückgreifen auf einen besonders ausgezeichneten, historischen Zeitpunkt ein für allemal wieder der Lage der Sternbilder anpaßte und festhielte und dann den Frühlingspunkt auf der festen Ekliptik in der fixen Zeicheneinteilung wandern ließe, so wie es ja in der Wirklichkeit erfolgt. Sehr nahe liegend erscheint die Wiederherstellung der Konstellation vom Jahre 130 vor Christi, um welche Zeit Hipparch die Präzession entdeckte. Die hierher gehörigen, theoretischen Untersuchungen Berufeneren überlassend, zeigte eine ganz rohe, annäherungsweise durchgeführte Schätzung, daß es sich sodann um eine Verschiebung der Ekliptikzeichen um ca. 28° handeln würde. Nimmt man also z. B. die Zeichen der Ekliptik so an, wie dies in nachfolgender Figur dargestellt erscheint, nämlich so, daß die Grenze zwischen den Zeichen des Wassermannes (♒) und der Fische (♓) ca 2° westwärts von dem jetzigen Frühlingspunkte F liegt, so kann die Einteilung ganz regelmäßig von 30° zu 30°, vom oberwähnten Grenzpunkte beginnend, erfolgen, und es ist immer eine ziemliche Uebereinstimmung zwischen den Zeichen und Sternbildern „gleichen Namens" vorhanden. Es

befinden sich sodann alle großen, bekannteren Fixsterne des Tierkreisgürtels vollkommen übereinstimmend, wie:



Aldebaran
(α Tauri) im ♉ Zeichen
Castor
(α Gemin.) „ II „
Pollux
(β Gemin.) „ II „
Regulus
(α Leonis) „ ♌ „
Spica
(α Virginis) „ ♍ „
Antares
(α Scorpii) „ ♏ „

Auch sonst zeigt jede Sternkarte und jeder Himmelsglobus sofort die hinreichende Uebereinstimmung dieser ganzen, so durchgeführten Einteilung der Zeichen mit den zugehörigen Sternbildern.

Man spreche aber dann konsequenterweise, namentlich in Schul- und Lehrbüchern, nur vom:

Frühlingspunkte *F* im Zeichen und Sternbilde ♓
Herbstpunkte *H* „ „ „ „ ♍
Sommersolstitium *SS* „ „ „ „ II
Wintersolstitium *WS* „ „ „ „ ♐

und ebenso nur vom „nördlichen" und vom „südlichen" Wendekreise.

„Das historische Moment erscheint wohl infolge Festhaltung der alten Zeicheneinteilung hierdurch überhaupt gar nicht berührt."

In unserer heutigen Zeitströmung liegt das gewiß nicht ganz unberechtigte Bestreben nach einer möglichsten Popularisierung aller Wissenschaften, was ja die vielen Veranstaltungen populärer Vorträge und Demonstrationen beweisen. Für das allgemeine und richtige Verständnis aller Vorgänge am Himmelsgewölbe ist aber eine jederzeitige Orientierung am Sternenhimmel die Hauptsache; auch ist diese das beste und fesselndste Mittel zur Anregung eines dauernden Interesses für die Sternkunde. Dabei sind aber gar manche Schwierigkeiten zu überwinden. Ein für die Allgemeinheit vorzüglich geeignetes, ja vielleicht sogar das beste und einfachste Mittel zur Erlangung jener Orientierung ist die stete Verfolgung der im Laufe eines Jahres fortwährend wechselnden Stellungen des Mondes vor und nach dem 1. Viertel unter den Sternbildern der Tierkreiszone. Man findet in der Tat wohl hauptsächlich deshalb in den meisten Kalendern die jeweiligen Zeichen der Ekliptik für die Mondstellungen der einzelnen Tage angegeben. Die Beobachtungen um die Zeit des 1. Viertels des Mondes haben den Vorzug einer günstigen Beleuchtung der Sternbilder in den Abendstunden.

Nun sind aber wieder gegenüber den Sternbildern der Tierkreiszone die Abweichungen infolge der Präzession zu berücksichtigen. Allerdings tritt der

Mond infolge seiner ungleich rascheren Fortbewegung in seiner Bahn gegenüber der Sonne schon nach beiläufig 2 Tagen, nämlich ungefähr nach $^1/_{12}$ Monat, in die gleichnamigen Sternbilder ein. Zur Erleichterung der Orientierung für die Allgemeinheit trägt dies aber gewiß auch nicht bei.

Da überhaupt das richtige Verständnis für den ganzen Vorgang der Präzession gewiß schon einen höheren Bildungsgrad und ein reiferes Vorstellungsvermögen erfordert, so dürfte es für obengedachte Zwecke besser sein, diesen etwas komplizierten Vorgang nicht unnützerweise so in den Vordergrund zu schieben, wie dies durch die jetzige, althergebrachte Art und Weise der Zeicheneinteilung der Ekliptik geschieht. Man denke da nur an den Unterricht in den niederen Schulen und man wird zugeben müssen, daß hier Irrtümer und unklare Begriffe unvermeidlich sein werden, was ja wohl stets möglichst hintangehalten werden sollte.

Und dies in einer Wissenschaft, welche in Allem durch ihre Exaktheit und durch ihre unfehlbaren Prophezeiungen künftiger, zu erwartender Himmels-Ereignisse glänzt und auch deshalb so viel Achtung und Bewunderung genießt!

Gewiß ist es sicher, daß die erwähnten „trügerischen“ Zeichen weitaus populärer sind, als die genaue Kenntnis der Sternbilder und des ganzen, hierher gehörigen, richtigen Sachverhaltes.

Diese Behauptung ließe sich auch leicht durch Umfragen in Fortbildungskursen aller Art erweisen.

Mögen diese Zeilen dazu beitragen, daß bei der Verfassung neuer Lehrbücher und der Herstellung neuer Sternkarten und Himmelsgloben von dem bisherigen, verwirrenden Verfahren ganz abgesehen werde.

Was die Ausmerzung dieses tadelnswerten Gebrauches aus den Kalendern betrifft, so dürfte da wohl das Wort eines Einzelnen, wenn es auch begründet erscheint, ganz ungehört verhallen. „Wäre es aber nicht vielleicht möglich und wünschenswert, daß sich die maßgebenden Kreise in dieser Hinsicht aussprechen würden?“

Pribram, November 1902.



Die Vergrösserung der Gestirne am Horizont.

Aus einem Schreiben des Herrn Siegmund Kublin-Budapest, welches anknüpft an die Mitteilungen des Herrn Ludwig Günther-Finkenheerd „Über die scheinbare Abflachung des Himmelsgewölbes und die Vergrößerung der Gestirne am Horizont“ („Weltall“, Jahrg. 2, S. 285) teilen wir folgendes mit:

„Ich habe über diese Materie vor mehreren Jahren an Herrn Professor Seeliger in München geschrieben, ohne mich heute an den Anlaß meines Schreibens erinnern zu können. So viel nur weiß ich, daß mein Brief bezüglich der Erscheinung, daß der Mond im Horizont uns größer dünkt als im Zenit, fast dieselben Erklärungsgründe enthielt, die Herr Günther anführt. Von meinem Schreiben nahm ich damals leider keine Abschrift. An den Wortlaut meiner perspektivischen Begründung, zu welcher ich auch rein irdische optische Täuschungen heranzog, erinnere ich mich heute nicht mehr, nur soviel weiß ich, daß ich zur Konklusion gelangte: daß der Mond um so kleiner erscheint, je größer und freier der Raum ist, in welchem er sich befindet und umgekehrt.

Dasselbe gilt von den Sternbildern; meinen Eindrücken nach jedoch mit der Erweiterung, daß, während der Mond im Horizont sich mir oft etwa fünfmal

größer darstellt wie im Zenit, besonders die äquatorialen Sternbilder, wie z. B. der Orion, noch der um sehr vieles mehr als fünfmal größer zu sein scheint in seinem Aufstieg als im Scheitelpunkt. Der peripherisch gleich unendliche Raum und das zahllose Sternenheer, welche ihn dann von allen Seiten einschließen, drücken und rücken gleichsam Kern und Kanten des Orion ganz außerordentlich zusammen. Oder sollte selbst die optische Täuschung bei verschiedenen Menschen eine verschiedene sein?

Der irdische Horizont, ferner die Objekte des Vordergrundes und besonders die räumlich große Verschiedenheit des kosmischen Hintergrundes, in welchem der Mond jeweilig sich befindet, arbeiten gleichsam Hand in Hand und führen so unsere Gesichts- und Begriffssinne irre. Überflüssig ist es daher, erst besonders zu betonen, daß es niemals die Himmelskörper selbst sind, die unsere divergierenden und irrigen Anschauungen und Aussagen über sie verursachen.

Kleine Mitteilungen.

Der neue Stern im Perseus hat im September 1902, den Beobachtungen Barnards zufolge eine eigentümliche Veränderung seiner Lichtstrahlung erfahren. Früher erschien die Nova am deutlichsten bei gleicher Okularstellung des grossen Refraktors der Yerkes-Sternwarte, bei der gewöhnliche Sterne am schärfsten zu sehen waren. Seit Anfang Oktober 1902 musste dagegen das Okular um etwa 6 Millimeter herausgezogen werden, wenn das Bild der Nova oder das Sternscheibchen möglichst scharf erscheinen sollte. Die nämliche Okularstellung erforderte der neue Stern in Auriga vom Jahre 1892 seit dem August jenes Jahres und erfordern auch sämtliche planetarische Nebel, denen die meisten neuen Sterne einige Monate nach ihrem Aufleuchten auch in spektroskopischer Beziehung ganz ähnlich geworden sind. Die genannte Aenderung des Novalichtes kommt auch in der Färbung zum Ausdruck, die Barnard seit Ende September viel mehr blau fand, als früher. Die rötliche Färbung, welche namentlich die Grössenschwankungen im Frühjahre 1901 begleitete, scheint schon seit längerer Zeit ganz geschwunden zu sein (Astrophysical Journal XVI, 183).

Auch für die photographischen Aufnahmen kamen im Laufe der Zeit die Lichtstrahlen kürzere Wellenlängen, also Violett und Ultraviolett, immer mehr ins Uebergewicht. Nun ist die Brechung, welche violette Lichtstrahlen in der Luft erfahren, größer als die Brechung blauer oder gar roter Strahlen. Im Vergleich zu unveränderten Nachbarsternen mußte daher die Nova in neuerer Zeit stets etwas mehr über den Horizont gehoben erscheinen als z. B. vor zwölf oder achtzehn Monaten. So minimal der Unterschied auch ist, so darf er, wie Seeliger in München neuerdings betont, nicht vernachlässigt werden, wenn man die sehr geringe Stellungsänderung bestimmen will, welche die Nova infolge der Bewegung der Erde um die Sonne erfährt. Bei seinen Versuchen, diese „Parallaxe“ der Nova Persei aus photographischen Aufnahmen zu ermitteln, fand Bergstrand (Upsala) die allmähliche Änderung der Lichtbrechung in der Stellung der Nova tatsächlich angedeutet. Wenigstens wäre ohne Rücksichtnahme auf diese Aenderung kein reelles Ergebnis herausgekommen. So stellt sich jedoch die Parallaxe der Nova auf 0,026", etwa 14 Siriusweiten (Astron. Nachrichten No. 3834) entsprechend. Wenn die im „Weltall“, II. S. 70 erwähnte Ausbreitung der Novanebel, wie es sehr wahrscheinlich ist, mit der Geschwindigkeit des Lichtes erfolgt, so wäre die Novaparallaxe zu 0,012" anzunehmen. Die Untersuchungen Bergstrands sprechen zu Gunsten dieser Annahme; da es sich um die Messung sehr kleiner Grössen handelt, hat der Unterschied in den Zahlen nichts zu bedeuten. Eine ungewöhnliche Nähe des neuen Sterns bei uns ist sicher ausgeschlossen.

A. Berberich.

* * *

Die Rotation des Planeten Uranus. Ist es schon beim Saturn schwer, Flecken der Oberfläche zu erkennen und zur Rotationsbestimmung zu benutzen, so ist dies noch viel schwerer bei dem etwa hundertmal schwächer leuchtenden Uranus. Die in dieser Beziehung von Perrotin und von Brenner gemachten Beobachtungen sind nicht als entscheidend zu erachten. Daraus aber, daß die Uranusscheibe zu Zeiten stark elliptisch erscheint, darf man auf eine rasche Rotation schließen. Der Uranusäquator liegt, nach der Lage der Bahnen der Uranusmonde zu schließen sehr steil zur Uranusbahn, die Rotation erfolgt deshalb von Nordnordost nach Südsüdwest.

H. **Deslandres** in Paris hat in letzter Zeit versucht, mit dem Spektroskop die Rotation zu bestimmen. Da einzelne Spektrallinien zu schwach und zu kurz sein würden für sichere Messungen, so läßt er das ganze Planetenscheibchen durch das Spektroskopprisma in ein Spektrum verwandeln. Der eine Rand, und zwar der sich von uns entfernende, wird (bei entsprechender Stellung des Prismas) gegen Rot und der entgegengesetzte gegen Violett verschoben. Das Uranusscheibchen wird also verlängert. Die Lage des so verlängerten Planetenbildes bestimmt die Lage des Uranusäquators und die Richtung seiner Drehung, die nach den vorläufigen Mitteilungen Deslandres' bei der Pariser Akademie tatsächlich in ostwestlichem Sinne vor sich geht, also entgegengesetzt den Rotationen der Sonne und der Planeten Venus bis Saturn, sowie auch entgegengesetzt allen Bewegungen der Planeten um die Sonne. Ueber die Geschwindigkeit der Uranusrotation will Deslandres später berichten. Erwähnt sei hier noch, dass Perrotins Wahrnehmungen durch eine zehnstündige Rotation sich erklären lassen würden, während Brenner dafür $8^{1}/_{4}$ Stunden angibt.

Bücherschau.

Heber D. Curtis, Definitive Determination of the Arbit of Comet 1898 I. (Astronom. Abhandlungen als Ergänzungshefte zu den A. N. No. 3.) Kiel 1902.

Der Verfasser, Observator am Leander Mc Cormick-Observatorium der Universität Virginia, hat sich der mühsamen Aufgabe unterzogen, aus allen Beobachtungen des am 19. März 1898 von Perrine entdeckten Kometen 1898 I eine definitive Bahn abzuleiten. Dieser Komet wurde zwei Tage nach seinem Perihel-Durchgang als ein Objekt 6. Größe mit einer Coma von 2′ Durchmesser und einem fast 1° langen Schweif aufgefunden und konnte 9 Monate hindurch verfolgt werden. Aus dieser langen Sichtbarkeitszeit ist schon zu ermessen, wie zahlreich die vorliegenden Beobachtungen sind. Am 25. März stand der Komet der Erde am nächsten. Seine Entfernung betrug 147 Millionen englische Meilen. Der Kern war schon Ende Mai für die meisten Fernrohre unsichtbar; seine Helligkeit wurde im September auf der Lick-Sternwarte für die eines Sternes 16. Größe geschätzt. Die letzte Beobachtung des Kometen rührt vom Entdecker selbst her und wurde am 16. November mit dem 36-Zöller der Lick-Sternwarte gemacht.

Da im ganzen 88 Schätzungen der Gesamthelligkeit und 67 des sternähnlichen Kerns vorliegen, so prüfte der Verfasser die verschiedenen Helligkeitsformeln an dem reichen Material. Während der neun Monate Sichtbarkeit ging die Helligkeit von 6,5. auf 16,7. Größe zurück, während sich der Radiusvector in derselben Zeit von 1,1 auf 3,5 Einheiten vergrößerte. Wie schon so oft, ergab sich auch bei diesem Kometen, daß keine der bekannten Helligkeitsformeln weder die gewöhnliche $J = \frac{C}{r^2 \Delta^2}$, noch die Olbersche $J = \frac{C}{\Delta^2}$, noch die Deichmüllersche $J = \frac{C}{r^2}$ die beobachteten Helligkeiten genügend darstellten. Am besten paßt bei diesem Kometen die vom Verfasser abgeleiteten $J = \frac{C}{r^7 \Delta^2}$.

Aus den 666 Beobachtungen in Algier, Ann-Arbor, Arcetri, Bamberg, Berkeley, Besançon, Bordeaux, College Park, Kopenhagen, Greenwich, Hamburg, Heidelberg, Jena, Kasan, Kiel, Königsberg, Kremsmünster, Leipzig, Liverpool, Marseilles, Mt. Hamilton, München, Padua, Paris, Philadelphia, Pola, Poughkeepsie, Pulkowa, Rom, Straßburg, Toulouse, Utrecht, Wien und Washington hat der Verfasser folgende definitive Elemente abgeleitet:

Zeit des Durchgangs durch die Sonnennähe: 1898 März	17,130777 (Gr. M.-Z.)
Länge des Perihels	47° 19′ 11″,85
„ „ aufsteigenden Knotens	262° 26′ 19″,06
Neigung der Bahn	72° 71′ 47″,01
Periheldistanz	1,095245
Exzentrizität	0,9803852
Umlaufsdauer	417,2 + 2,2 Jahre.

Hiernach ist der Komet erst im Jahre 2315 wieder zu erwarten. Eine Bestimmung der Exzentrizität, mit welcher der Komet in das Sonnensystem eingetreten ist, stellt der Verfasser noch in Aussicht.

F. S. Archenhold.

* * *

Heinrich Daniel Rühmkorff, ein deutscher Erfinder. Ein Lebensbild zu seinem 100. Geburtstage von Emil Kosack. Herausgegeben vom Hannoverschen Elektrotechniker-Verein. (Hahn'sche Buchhandlung, Leipzig und Hannover.) 1903.

Aus einem früheren Artikel*) haben unsere Leser einen kurzen Überblick über die Leistungen Rühmkorff's gewonnen. Die vorliegende kleine Schrift wurde im Auftrage des Hannoverschen Elektrotechniker-Vereins von Herrn Emil Kosack verfaßt. Sie enthält in sehr lebhafter und gemeinverständlicher Weise Beschreibung des von Rühmkorff entdeckten Funken-Induktors und der später zu demselben erfundenen Verbesserungen. Zahlreiche vorzügliche Illustrationen erleichtern das



Funkeninduktor für 100 cm Funkenlänge im Betriebe (mit „Wehnelt-Unterbrecher).

Verständnis der Apparate. Wir geben mit gütiger Erlaubnis des Verlages einen Funken-Induktor für 100 cm Funkenlänge im Betriebe wieder.

Wer näheres Interesse an dem Lebenslauf dieses ausgezeichneten zu hohen Ehren gelangten Mechanikers nimmt, findet in der kleinen Schrift alles Wissenswerte anschaulich und übersichtlich zusammengefaßt.

* * *

Deutscher Photographen Kalender, Taschenbuch und Almanach für 1903, 22. Jahrgang, Verlag der Deutschen Photographen-Zeitung, Weimar. 1. Teil, Preis Mk. 2,—.

Noch vor Schluß des Jahres 1902 erschien wiederum pünktlich der Deutsche Photographen-Kalender, welcher für die Berufsphotographen, aber auch für viele Amateure ein unentbehrliches Hilfsbuch geworden ist. Die reichen Erfahrungen, welche der verdienstvolle Herausgeber, Herr K. Schwier, gleichzeitig als Redakteur der „Deutschen Photographen-Zeitung" zu sammeln Gelegenheit hat, gereichen dem Büchlein zum größten Vorteil. So hat diesmal die Tabelle der chemischen Grundstoffe eine bedeutende Ausdehnung und Verbesserung erfahren, desgleichen die photographischen Formeln und Rezepte. Ein genaues Inhaltsverzeichnis erleichtert die Auffindung der Rezepte und gibt eine nützliche Uebersicht über die von Jahr zu Jahr immer stärker anschwellende Zahl der Entwickler. Die statistischen Angaben aus dem deutschen Reiche sind bis in die Neuzeit erweitert worden. Es fehlt in diesem Handbuch fast nichts, was an Tabellen oder optischen Formeln für den Photographen von Wichtigkeit ist. Wir wünschen dem Büchlein die weiteste Verbreitung. Möge es sich zu den alten Freunden immer mehr neue erwerben, die von den mühevollen Zusammenstellungen des Herausgebers Nutzen ziehen. F. S. Archenhold.

*) „Weltall", Jahrg. 3, Seite 97.

Für die Schriftleitung verantwortlich: F. S. Archenhold, Treptow-Berlin; für den Inseratenteil: C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin W.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

3. Jahrgang. Heft 11. **F. S. Archenhold,** Direktor der Treptow-Sternwarte. **1903 März 1.**

Verlag von C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin.

Diese Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. — Abonnementspreis vierteljährlich Mark 2.— (Ausland Mark 2.50), einzelne Nummer 50 Pfg. franko durch den Verlag, Berlin W. 35, Schöneberger Ufer 43, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungspreisliste 11. Nachtrag 7814 a).

Anzeigen-Gebühren: Die einspaltige Petitzeile 40 Pfg. 1/1 Seite 60.—, 1/2 Seite 30.—, 1/4 Seite 15.— Mk. Bei Wiederholungen Rabatt.

INHALT.

Ueber die Erscheinung der Fixstern-Aberration.

Von Prof. Dr. L. Weinek.

Der Name Aberration oder Abirrung des Lichtes wird in der Astronomie für eine kleine, scheinbare Positionsveränderung der Sternörter gebraucht, die ihren Grund ebensowohl in der meßbaren Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes, als auch in der Bewegung des Beobachtungsortes hat. Würde also das Licht sich momentan im Raume verbreiten oder würde unsere Erde, von welcher aus wir mit dem Fernrohr nach den Sternen visieren, in absoluter Ruhe sein, so existierte jene scheinbare Verschiebung am Himmel nicht. Ihre Entdeckung verdanken wir dem Scharfsinne des ausgezeichneten englischen Beobachters James Bradley, als dieser zu Ende des Jahres 1725 mit einer Reihe von Sternbeobachtungen begann, die zur Auffindung einer parallactischen Verschiebung der Fixsterne infolge der jährlichen Bewegung der Erde um die Sonne führen sollte.

Um das Phänomen der Aberration in möglichst klarer Weise zu erfassen, wird es zweckmäßig sein, von analogen Erscheinungen des täglichen Lebens auszugehen.

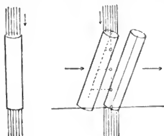


Fig. 1

Denken wir uns, es fiele vertikaler Regen und wir stellten uns in demselben mit einer genau vertikal gehaltenen Papierrolle auf (Fig. 1); dann würde, wenn wir von den Tropfen, welche die obere Rollenkante treffen, absehen, der Regen unbehindert durch die Rolle gehen, also deren Innenwand nicht benetzen. Anders ist es, wenn wir uns mit der ebenso gehaltenen Rolle in schnelle horizontale Bewegung versetzen. Geschieht diese beispielsweise nach Osten, so wird die westliche Innenwand naß werden, und wüßten wir

nichts von unserer eigenen Laufbewegung, so würden wir nach dem Effekte schließen und sagen, daß der Regen in schräger Richtung aus Osten gekommen sei. Andererseits, geben wir der Rolle bei derselben Laufbewegung eine passende Neigung nach Osten, so könnten wir erreichen, daß der noch immer vertikale Regen wieder unbehindert durch die Rolle gehe, also deren Innenwand nicht benetze. Die Richtung der Rolle gibt dann die scheinbare Richtung des Regens, und ihr Winkel mit der Vertikalen ist in diesem Falle der scheinbare Ablenkungswinkel der Regenstrahlen.

Wählen wir noch ein anderes Bild. Denken wir uns einen Eisenbahnwagen, der in lebhafter Bewegung begriffen wäre und auf welchen in der Richtung SA ein Büchsenschuß abgegeben würde (Fig. 2). Im Momente, da die Kugel die Wandung I erreicht, schlüge sie in A ein Loch durch und bewege sich weiter durch den Waggon nach der gegenüberliegenden Wandung II. Da hierüber eine gewisse Zeit vergeht, so wird mittlerweile, bis die Wandung II erreicht ist und in B', welcher Ort naturgemäß in der Richtung SA liegt, ein zweites Loch durchgeschlagen worden, der Waggon eine kleine Strecke fortgerückt sein, etwa um CC', sodaß auch das Loch A nach A' ($AA' = CC'$) gewandert sein wird. Säße nun ein Passagier in dem Waggon und sähe, ohne von seiner Bewegung etwas zu wissen, die beiden Löcher A' und B', so würde er unzweifelhaft schließen, daß die Kugel in der Richtung A' B' abgeschossen worden sei, während dies tatsächlich in der Richtung SA geschehen ist. Hätte man andererseits im Waggon eine Röhre mit der Richtung $A'B'$ angebracht, so würde die Kugel unbehindert durchgegangen sein, und doch ist $A'B'$ nur die scheinbare Richtung des Schusses, während AS die wahre ist. Bemerkenswert ist wieder, daß die scheinbare Richtung im Sinne der Bewegungsrichtung des Beobachters voraus gegen die wahre liegt.

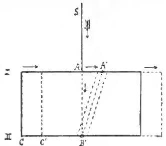


Fig. 2.

An Stelle der fliegenden Kugel denken wir uns nun das sich unvergleichlich schneller, doch ebenfalls geradlinig fortpflanzende Licht des Sternes, an Stelle der Waggonwandung I das Objektiv des Fernrohrs, an Stelle der Wandung II das Okular desselben (oder präzieser das Fadenkreuz in der Fokalebene des Objektivs) und haben derart den Fall der astronomischen Beobachtung (Fig. 3). Das Fernrohr muß gegen die wahre Richtung des Lichtstrahles SA die in der Bewegungsrichtung des Beobachters nach vorne geneigte Stellung $AB \parallel A'B'$ erhalten, wenn der Lichtstrahl unbehindert durch das Fernrohr hindurchgehen, d. i. der Stern in der Mitte des Gesichtsfeldes erscheinen soll. Die Größe dieser Neigung gegen die wahre Richtung ist ebensowohl durch den Betrag der Geschwindigkeiten des Lichtes und des Fernrohres bedingt, als auch durch den Winkel, unter welchem diese gegeneinander zur Wirksamkeit gelangen. Aus der Figur ist ersichtlich, daß die Stellung des Fernrohrs so beschaffen sein muß, daß in derselben Zeit, in welcher das Licht vom Objektiv A nach B' gelangt, auch das Okular von B nach B' gelangt sei. Tragen wir daher in der Richtung SAB' die Geschwindigkeit des Lichtes V, in der Richtung $B'B$ die Geschwindigkeit des Fernrohres d. i. des Beobachtungsortes v von B' aus auf und verbinden die Endpunkte, so erhalten wir die tatsächliche Richtung des

Fernrohrs, in welcher wir den Stern anvisieren müssen, um ihn im Fernrohre zu sehen. Derselbe erscheint uns in S', während sein wahrer Ort in S ist. Der Winkel SAS' oder $SB'A'$, um welchen wir die beobachtete Richtung korrigieren müssen, heißt der Aberrationswinkel (w)*).

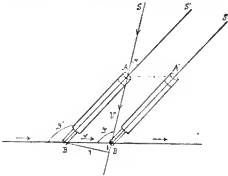


Fig. 3.

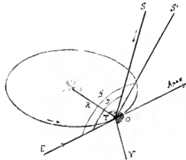


Fig. 4.

Die Aberration w tritt, wie aus Fig. 4 ersichtlich, in jener Ebene zur Wirksamkeit, welche durch die Richtung des Lichtstrahles und die Bewegungsrichtung des Fernrohrs gegeben ist. Heißen die Winkel, welche die wahre Richtung nach dem Sterne bezw. dessen scheinbare Richtung mit jener Richtung im Raume bilden, aus welcher das Fernrohr d. i. der Beobachtungsort zufolge seiner Bewegung zu kommen scheint (E), ϑ bezw. ϑ', so folgt sofort aus $\triangle ABB'$ (Fig. 3), da $w = \vartheta' - \vartheta$ ist:

$$\frac{\sin\,(\vartheta' - \vartheta)}{\sin\,(180 - \vartheta')} = \frac{v}{V}, \quad \text{also} \quad \sin\,(\vartheta' - \vartheta) = \frac{v}{V} \sin\,\vartheta'$$

und, da wegen des geringen Betrages von v im Vergleich zu V die Größe $\vartheta' - \vartheta$ als klein zu betrachten ist:

$$\vartheta' - \vartheta = \frac{v}{V} \frac{1}{\sin 1''} \sin\,\vartheta'.$$

Wird jetzt der Faktor von $\sin\,\vartheta'$ mit k bezeichnet, sodaß $k = \frac{v}{V} \frac{1}{\sin 1''}$ ist, und dieser die Aberrationskonstante genannt, so weit v und V als unveränderlich betrachtet werden können, so folgt $\vartheta' - \vartheta = k \sin\,\vartheta'$ oder auch $\vartheta' - \vartheta = k \sin\,\vartheta$. Aus dieser Formel ersieht man, daß die Aberration in ihrer Wirkungsebene ein Maximum wird, wenn ϑ' bezw. ϑ gleich 90° ist, d. i. für den Fall, daß der Lichtstrahl die Bewegungsrichtung des Fernrohrs senkrecht trifft. Dieser Maximalwert ist die Größe k. Die eben abgeleitete einfache Formel kann auch

*) Aus der vorangehenden Betrachtung erkennt man auch, wie unrichtig der Name Aberration für dieses Phänomen ist, da hierbei das Licht keineswegs von seinem Wege abirrt, sondern sich unverändert geradlinig fortpflanzt, und es nur dem Beobachter erscheint, als wäre der Lichtstrahl von seiner Richtung abgelenkt worden. Ebensowenig würde es zutreffen, wenn man den Umstand, daß die auf ein sich rasch bewegendes Wild angelegte Büchse nicht die Richtung nach diesem nehmen darf, sondern dem Wilde vorauszielen muß, um zu treffen, eine Aberration der Kugel nennen würde. Mit größerem Rechte könnte man die Erscheinung der Strahlenbrechung in in der Erdatmosphäre, wodurch jeder Stern gegen seinen wahren Ort im Raume gehoben erscheint, als eine Aberration des Lichtes bezeichnen.

erhalten werden, indem man v in zwei Komponenten zerlegt (Fig. 3), senkrecht zum Lichtstrahle und in der Richtung desselben. Letztere heiße ξ, erstere η. Da nur η zur Wirksamkeit gelangt, so ergiebt sich

$$\operatorname{tang}(\vartheta' - \vartheta) = \frac{\eta}{V + \xi} = \frac{\eta}{V\left(1 + \frac{\xi}{V}\right)} = \frac{\eta}{V}\left(1 - \frac{\xi}{V}\right)$$

und unter Vernachlässigung des kleinen Gliedes 2. Ordnung auf der rechten Seite:

$$\vartheta' - \vartheta = \frac{\eta}{V} \frac{1}{\sin 1''}$$

und wegen $\eta = v \sin(180 - \vartheta)$

$$\vartheta' - \vartheta = \frac{v}{V} \frac{1}{\sin 1''} \sin \vartheta.$$

Die Bewegung des Beobachters besteht nun aus der jährlichen Bewegung des Erdzentrums um die Sonne und aus der täglichen Bewegung des Beobachtungsortes um die Erdaxe. Führt man für v die Geschwindigkeit der erstgenannten, viel bedeutenderen Bewegung ein, so heißt die so erhaltene Aberrations-Korrektion die jährliche Aberration, im zweiten Falle mit v als Geschwindigkeit der Ortsrotation die tägliche Aberration.

Vergleichung der jährlichen Aberration mit jener der jährlichen Parallaxe.

Zur klaren Erkenntnis der Erscheinung der jährlichen Aberration verfolgen wir denselben Stern ein ganzes Jahr hindurch und sehen zu, welche scheinbare Bahn er an der Sphäre beschreibt. Vergleichen wir gleichzeitig diese Erscheinung mit jener der Parallaxe, die ähnlich, wie die Aberration, jedoch der Richtung nach mit wesentlichem Unterschiede wirkt.

Es wurde oben bemerkt, daß Bradley nach einer Parallaxe der Fixsterne suchte und dabei die Aberration entdeckte. Bradley, damals Professor der Astronomie in Oxford und später Direktor der Sternwarte in Greenwich, begann seine diesbezüglichen Beobachtungen zu Kew bei London, auf der Privatsternwarte eines befreundeten Edelmannes Molyneux, dem späteren Lord der Admiralität, welcher einen Grahamschen Zenithsector von 24 Fuß Halbmesser mit einem Ablesebogen von $^1/_4{}^0$ fest aufgestellt hatte, um damit den für Kew nahe durchs Zenith gehenden Stern 2,4ter Größe γ Draconis zu verschiedenen Zeiten des Jahres möglichst scharf zu beobachten und aus dessen Zenithdistanzen eine Parallaxe, nach welcher seit Copernicus bereits viele Astronomen vergeblich gesucht, zu finden. Diese Beobachtungsreihe nahm ihren Anfang am 3. Dezember 1725; schon am 17. Dezember erkannte Bradley eine von der erwarteten Parallaxe verschiedene Bewegungsweise des Sternes und verfolgte nun denselben bis Dezember 1726 mit größter Aufmerksamkeit. Um auch andere Sterne in Betracht ziehen zu können, ließ er einen Zenithsector von $12^1/_2$ Fuß Halbmesser mit einem Ablesebogen von $6^1/_4{}^0$ anfertigen und stellte diesen im August 1727 auf dem Wohnsitze seines Oheims Pound zu Wansted in Essex auf. Die weiteren Versuche zeigten bei allen Sternen gleichartige und von der Parallaxe verschiedene Verschiebungen, deren wahren Grund er nun auch bald erkannte. Wie man erzählt, hätte ihn eine Fahrt auf der Themse bei windstillem Regenwetter auf die richtige Erklärung gebracht. Als er nämlich das Schiff bestiegen und dieses sich in lebhafte Bewegung gesetzt, wunderte es ihn, auf einmal den

Regen ohne Wind von vorne ins Gesicht bekommen zu haben, worüber er dann weiter nachgesonnen haben soll. In seinem Berichte an Halley vom Dezember 1728 („Bericht über eine neuentdeckte Bewegung der Fixsterne", *Philosophical Transactions* 1728) gibt Bradley bereits die vollständige Erklärung des Phänomens, welches er mit dem Namen der „Aberration" bezeichnete.

Der Stern γ Draconis hat die Rectascension $\alpha = 17^h\,54^m$ und die Deklination $\delta = +51^\circ\,30'$. Er steht vom Pole der Ekliptik nur etwa 15° entfernt, und es wird sich alsbald zeigen, daß solche Sterne, die dem Ekliptikpole nahe sind, in hervorragendem Maße von der Aberration und Parallaxe beeinflußt werden. Da die Rectascension nahe gleich 270° ist, also der Stern in einer Ebene senkrecht zur Durchschnittslinie von Äquator und Ekliptik steht, so ist seine Länge λ auch nahe gleich 270°. Zur Vereinfachung unserer Betrachtung nehmen wir nun an Stelle von γ Draconis einen Stern in der Ekliptik selbst, aber von derselben Länge $\lambda = 270^\circ$ an.

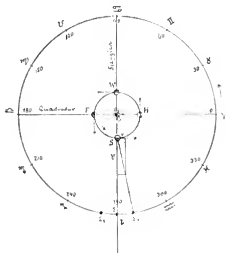


Fig. 5.

In Fig. 5 und 6 gälte die Ebene des Papiers als die Ebene der Ekliptik. In Σ stünde der Stern mit $\lambda = 270^\circ$ und es werde durch ihn die Sphäre gezogen. Inmitten derselben ist die Erdbahn mit den Erdorten F zu Anfang des Frühlings, S des Sommers, H des Herbstes und W des Winters verzeichnet. Da die Erde zu Beginn des Frühlings die Sonne im Frühlingsnachtgleichenpunkte sieht und die Längen im Sinne der wahren Erdbewegung oder der jährlichen scheinbaren Bewegung der Sonne gezählt werden, so sind die Tierkreis-Zeichen in der angeführten Weise zu markieren. Die Entfernung des Sternes Σ ist in beiden Figuren als sehr groß im Vergleich zum Durchmesser der Erdbahn zu denken. Fig. 5 gälte für die Aberration, Fig. 6 für die Parallaxe.

Steht in Fig. 5 die Erde in S, so wird der Stern Σ zufolge der Aberration in der Richtung der tangentialen Erdbewegung nach Voraus verschoben, d. i. von ♑ nach ♒ hin. Da dann Stern und Sonne einander gegenüber stehen oder wie man sagt, der Stern sich zur Sonne in Opposition befindet, so folgt hieraus, daß zur Zeit der Opposition infolge der Aberration die Länge wächst und zwar, da die Richtung nach dem Stern und die Bewegungsrichtung der Erde senkrecht zu einander stehen, um den Maximalbetrag der Aberration, d. i. um k oder um nahe $20''$. In H fällt die Bewegungsrichtung der Erde in die Richtung $S\Sigma$, und es kann keine Verschiebung des Sternortes durch Aberration stattfinden; der Stern wird deshalb am Anfange des Herbstes an seinem wahren Orte in Σ gesehen. In W wirkt abermals die Aberration im Maximalbetrage, der Stern wird von ♑ nach ♐ verschoben, also seine Länge verkleinert und zwar wieder um $20''$. In dieser Richtung sieht man den Stern in Verbindung mit der Sonne

(im gezeichneten Falle müßte eine Bedeckung des Sternes durch die Sonne platzgreifen) und sagt, daß der Stern sich in Konjunktion zur Sonne befinde. Endlich in *F* wird der Stern wieder an seinem wahren Orte in Σ gesehen. Für die Orte *H* und *F* heißt es, daß der Stern in Quadratur zur Sonne stehe, und bemerkt man noch, daß die Stellungen der Opposition und Konjunktion unter dem Namen der Sizygien zusammengefaßt werden, so haben wir für die Aberation die folgende Erscheinung:

> In den Sizygien ist λ im Maximum oder Minimum, ersteres für die Opposition *(S)*, letzteres für die Konjunktion *(W)*; in den Quadraturen hingegen behält λ seinen unveränderten Wert.

Anders spielt sich nun nach Fig. 6 die Erscheinung der Parallaxe ab. Legen wir für dieselbe noch eine Sphäre außerhalb der durch den Fixstern gedachten Kugelschale und projizieren auf erstere die parallactischen Verschiebungen des Sternes Σ, insofern, als die Erde um die Sonne herumwandert, so sehen wir, daß der größte parallactische Effekt in den Erdorten *F* und *H* stattfindet, während wir in *S* und *W* den Stern unverändert an seinem wahren Orte Σ erblicken. Für die Parallaxe haben wir daher die Erscheinung folgend:

> In den Sizygien behält λ seinen unveränderten Wert; in den Quadraturen hingegen ist λ im Maximum oder Minimum, ersteres für die östliche Quadratur *(F)*, letzteres für die westliche Quadratur *(H)*.

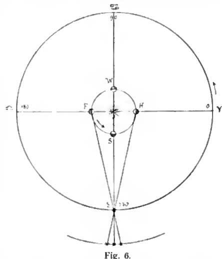


Fig. 6.

Wir sehen also, daß die Erscheinungen der Aberration und Parallaxe ihrer Wirksamkeit nach um einen Quadranten auseinanderliegen; andererseits ist, wenn wir den nächsten Fixstern von etwa 1″ in Betracht ziehen, der Betrag der Aberrationsverschiebung noch immer 20 mal größer, als jene, welche durch die Parallaxe hervorgerufen wird.

Machen wir nun die Zeichnung allgemeiner und betrachten wir außer Sternen in der Ekliptik auch Sterne nahe zum Pole derselben, überhaupt Sterne mit gegebener, von Null verschiedener Breite.

In Fig. 7 werde die Erdbahn als ein Kreis gedacht, der nur in der Zeichnung perspektivisch als eine Ellipse mit den Erdorten *F*, *S*, *H*, *W* im Frühling, Sommer, Herbst und Winter erscheint. Nehmen wir zuerst den Stern Σ mit der Länge $\lambda = 90°$ im Pole der Ekliptik (in der Papierebene) an. Im Erdorte *S* findet die Bewegung der Erde senkrecht zur Ebene des Papieres nach vorne statt und ebenso ist es mit der Verschiebung des Sternes infolge der Aberration, so daß der Sternort *s* mit *S* korrespondiert. Dabei ist der Winkelbetrag von $\Sigma s = k$, also nahezu 20″. In *H* ist die Bewegung der Erde nach rechts gerichtet, daher wird auch Σ wegen Aberration nach rechts und zwar nach h im gleichen Betrage

verschoben. Aehnlich entsprechen w und f den Erdorten W und F. Der Stern Σ beschreibt somit im Pole einen Kreis mit dem Halbmesser k, welcher Kreis ein verjüngtes Abbild der Erdbahn ist. — Befindet sich der Stern nicht im Pole, sondern in Σ' mit der Breite $\beta = \Sigma'\Sigma''$, so beschreibt derselbe eine Ellipse, deren große Axe gleich $2\,k$ ist und parallel zu FH liegt, während die kleine Axe wegen der Geschwindigkeits-Komponente der Erdbewegung $v \sin \beta$, die senkrecht zur Visierlinie nach Σ' ist und in H und F allein mit V in Beziehung tritt, gleich $2k \sin \beta$ ist. Endlich schrumpft für den Stern Σ'' in der Ekliptik die Aberrations-Ellipse zu einer geraden Linie zusammen, deren Ausdehnung gleich $2\,k$ und wieder parallel zu FH liegt. Wir sehen wieder, daß in den Sizygienorten S und W die Länge des Sternes ihren kleinsten und größten Wert erreicht, während die Breite unverändert bleibt, ferner, daß in den Quadraturen F und H die Länge unverändert bleibt, während die Breite ihren größten und kleinsten Wert annimmt. — Zu dieser Fig. 7 ist zu bemerken, daß sie die Verhältnisse der Wirklichkeit sehr übertrieben darstellt und insofern für Σ der abgestutzte gewundene Kegel der Zeichnung entstanden ist. In Wahrheit ist der Stern Σ in ungeheuer großer Entfernng von der Sonne, für welche Distanz also auch der Durchmesser der Erdbahn als verschwindend zu betrachten ist. Lassen wir die Erdbahn in ihren Mittelpunkt zusammenschrumpfen, so erhalten wir für Σ einen geraden Kegel mit der Spitze in der Sonne und einer Basis, die vom Aberrationskreise gebildet wird. Im gezeichneten Falle hingegen kommen eigentlich Aberration und Parallaxe gleichzeitig zum Ausdruck.

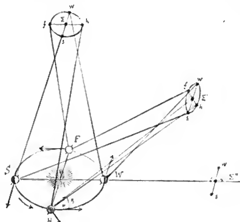


Fig. 7.

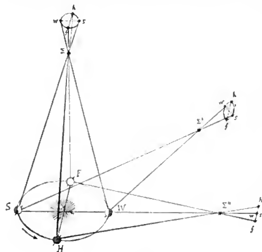


Fig. 8.

In Fig. 8 sehen wir die Erscheinung der Parallaxe. Nehmen wir wieder zuerst den Stern im Pole der Ekliptik, in Σ an, so wird derselbe vom Erdorte S

aus nach *s*, von *H* nach *h*, von *W* nach *w* und von *F* aus nach *f* verschoben und beschreibt abermals einen Kreis an der Sphäre. Nur ist dieser viel kleiner als der Aberrationskreis, da die größte Parallaxe der Fixsterne kaum 1″ beträgt und der Kreishalbmesser gleich dieser Parallaxe sein muß. Vergleichen wir Fig. 8 mit Fig. 7, so sehen wir, daß der parallactische Sternort *s* dem Aberrationsort *s* — und so in allen Stellungen der Erdbahn — um einen Quadranten voraus ist, und hierin besteht der charakteristische Unterschied beider Erscheinungen. Die Aberration wirkt senkrecht zum Radiusvektor des Erdortes, die Parallaxe dagegen in der Richtung dieses Leitstrahles. — Wird der Stern in Σ' angenommen, so beschreibt er wieder eine Ellipse, endlich in Σ'' eine gerade Linie, deren Lage ebenso wie früher ist, deren Orte aber zu anderen Zeiten als vordem erreicht werden. In den Sizygienorten *S* und *W* hat die Länge des Sternes Σ' in *s* und *w* ihren unveränderten Wert, während die Breite ihren kleinsten und größten Wert besitzt. In den Quadraturen *F* und *H* hingegen erhält die Länge des Sternes Σ' in *f* und *h* ihren kleinsten und größten Wert, während die Breite unverändert bleibt.



Zwei Jahre Marsforschung (1892 und 1894/5).

Ein Bild aus dem wissenschaftlichen Leben der Gegenwart.

Von Dr. B. Bruhns.

Draußen im tiefen Dunkel des nächtlichen Himmels strahlt uns mit seinem rötlichen Glanze der Mars entgegen, unser Nachbar und Genosse im Planetensystem. Seit Fontana 1636 auf ihm einen undeutlichen Fleck zu erkennen meinte, ist seine Oberfläche manches Mal von den Astronomen durchforscht worden; seit Beer und Mädler 1830 zum ersten Male mit Sicherheit die Beständigkeit einzelner Gebilde nachwiesen und den Wechsel in anderen, hat er die Phantasie aufs tiefste erregt. Namentlich aber seit der Mailänder Schiaparelli die merkwürdigen Linien seiner „Kanäle“ unterscheiden lehrte, ist er der Allgemeinheit näher getreten.

Ein ungeheurer Streit knüpfte sich an diese Entdeckung an, von allen Seiten erhob sich Widerspruch gegen die Vermutungen und Angaben des Italieners, die nur um so verwunderlicher erschienen, je mehr man ihn als sorgfältigen, klaren Beobachter kannte. Green, Christie, Niesten und manche Andere, die selbst in einer langen Reihe von Studien sich mit dem Planeten vertraut gemacht hatten, sprachen von unwillkürlichen Täuschungen, von unklaren Abstufungen in der Helligkeit, von verwaschenen Rändern größerer Flecke statt von Kanälen, und bedeutender Mut gehörte dazu, immer weitere Einzelheiten bekannt zu geben, wie sie Schiaparelli mit seinem unvergleichlichen Instrument unter dem klaren Himmel Italiens sah.

Lange Zeit dauerte es, ehe eine hinreichende Zahl anderer diese Beobachtungen bestätigen konnte und noch 1888 fühlte man sich aufs tiefste enttäuscht, als das neue gigantische Fernrohr des Lick-Observatoriums nichts von dem „Kanal“-System enthüllte. Und doch hat uns das letzte Jahrzehnt gelehrt, daß es wirklich vorhanden ist.

Der Mars, der 4. in der Reihe der Planeten, kommt ca. alle 2 Jahre in Erdnähe, wenn er in seiner Opposition steht, d. h. mit Erde und Sonne eine gerade Linie bildet, aber der Verlauf der Bahnen von Erde und Mars bringt es mit sich, daß nur ca. alle 15 Jahre die gleichen Bedingungen bei einer Opposition stattfinden. Dies war der Fall 1862, 1877, 1892 bezw. 1864, 1879, 1894 etc.

Dem bloßen Auge erscheint er in gleichmäßig rötlichem Licht, aber mit dem Fernrohr erkennt man, dass nur einzelne Gebiete auf ihm diese Farbe besitzen, während andere dunkler, bläulich oder grün erscheinen. Nach Analogie der Verhältnisse auf dem Mond hat man letztere als Meere, die hellen Gebiete als Länder bezeichnet. Ob diese Namen auch der Wirklichkeit entsprechen, ist völlig unsicher. Daneben sieht man hie und da leuchtend weiße Flecke, selten nahe der Scheibenmitte, fast immer an den beiden Polen seiner Drehungsachse. Man spricht hier von den Polkappen oder wohl auch direkt vom Polarschnee, obgleich auch hier noch nicht der Beweis erbracht ist, daß die weißen Flecke wirklich von Schnee herrühren. Die hellen rötlichen Länder sind durchzogen von einzelnen Linien, einem ganzen vielfach verschlungenen Netz von Kanälen, die Meer mit Meer verbinden, und an deren Kreuzungspunkten man kleinere runde Flecke sieht, die *„lakes"*, wie sie Pickering nennt. Mitunter sind diese Kanäle verdoppelt gesehen worden, d. h. ein zweiter Kanal begleitet parallel laufend den ersten, oder an die Stelle des einen sind zwei getreten. Die Schneekalotten an den Polen sind sicher veränderlich, ebenso die Farbennüancen der Flecke und Kanäle und vermutlich auch ihre Gestalt.

Ebenso wie der Mond zeigt auch Mars, nur in viel kleinerem Maße die Erscheinungen der Phase, wenn er außerhalb der Linie Erde-Sonne sich befindet, und diese Phase bedingt, daß wir einen schmalen Streifen sehen, für den die Sonne soeben untergegangen ist. Die Grenzlinie zwischen dem hellen und dem dunklen Teile, der Terminator der Planetenscheibe, ist im letzten Jahrzehnt, wie wir noch näher erzählen werden, häufig beobachtet worden. Da auch die Marsachse gegen die Ebene seiner Bahn geneigt ist und diese wieder einen kleinen Winkel mit der Ebene der Erdbahn bildet, so ist uns zu Zeiten sein Nordpol, zu Zeiten (z. B. 1892, 1894) sein Südpol zugekehrt. Und weiter folgt daraus, daß auch Mars Jahreszeiten ähnlich den unseren aufweist, nur daß sein Jahr fast doppelt so lang ist, wie das unsere (1 Jahr und 322 Tage), während die Dauer seiner Umdrehung um die Achse der unserer Erde gleichkommt ($24^1/_2$ Std.).

Die genaue und regelmäßige Durchforschung seiner Oberfläche datiert im wesentlichen vom Jahr 1830 an, wo Mädler zusammen mit seinem Freund W. Beer eine Anzahl zweifellos unveränderlicher Flecke sorgfältig beobachtete und festlegte. Viele Beobachter hatten den Planeten schon studiert, als 1862 Secchi auf seiner Marskarte die Namen Meer, Isthmus, Land einführte. — Es ist hier nicht der Ort, die sehr große Zahl von Marsforschern aus den Jahren 1862—1890 einzeln aufzuführen. Man findet sie zusammengestellt und eingehend beurteilt in Flammarion's Monographie*).

Was uns besonders heute fesselt, ist die Betrachtung der grossen gemeinsamen Arbeit vieler Gelehrter an einem Problem, während einer kurzen Spanne Zeit. In vielen Journalen und Publikationen finden sich zerstreut die Berichte, und nur schwer vermag der Laie, der doch mit Spannung die Resultate der wissenschaftlichen Arbeit erwartet, sich ein klares Bild von der augenblicklichen

* *Sur la planète Mars et ses conditions d'habitabilité* 1892.

Sachlage zu schaffen. Keine der später folgenden Oppositionen hat aber eine solche Fülle neuer Ergebnisse, eine solche Regsamkeit der Forschung aufzuweisen, wie die zwei von 1892 und 1894/5.

In Deutschland haben Wislicenus in Straßburg und O. Lohse in Potsdam 1892 je längere Messungsreihen des weißen Fleckes am Südpol ausgeführt, der erstere noch zudem an 11 Tagen mikrometrische Messungen einiger Oberflächenpunkte angestellt und an 15 Tagen 16 Zeichnungen der ganzen Scheibe erhalten. Auch hat Hartwig in Bamberg einiges Material gesammelt.

Safarik in Prag konnte schon wegen des niederen Standes des Gestirnes über dem Horizont keine befriedigenden Bilder erhalten.

Einiges Interessante, wenn auch wenig, hat Frankreich aufzuweisen. Flammarion hat außer den in seiner oben erwähnten Monographie wiedergegebenen Bildern an 5 Tagen eine Neubestimmung des scheinbaren Marsdurchmessers vorgenommen, über den bis dahin wesentlich voneinander abweichende Messungen vorlagen.

Bei weitem bedeutungsvoller ist aber ein von Perrotin an Faye gerichteter Brief*), der uns neben den darin mitgeteilten Tatsachen zugleich einen eigenartigen Einblick in den durch die gegenseitigen Wechselbeziehungen der verschiedenen Institute hervorgerufenen Wetteifer gewährt.

Im Anschluß an Mitteilungen aus Amerika über eigentümliche unregelmäßige Hervorragungen aus der Phasengrenze des Planeten und über helle Flecke, die jenseits des Terminator gesehen wurden, berichtet er von der Beobachtung leuchtender Anschwellungen *(renflements)* am 10. Juni und am 2. und 3. Juli, die an Farbe und Glanz dem Südpolarfleck glichen.

„Das letzte Mal, so schreibt er, am 3. Juli. ist es mir möglich gewesen, die verschiedenen Momente dieser eigentümlichen Erscheinung festzulegen. An diesem Tage begann der leuchtende Punkt über dem Rand der Scheibe hervorzutauchen um $14^h\,11^m$, anfangs sehr schwach; darauf sah ich ihn nach und nach anwachsen, ein Maximum erreichen und wieder abnehmen, um schließlich ca. $15^h\,6^m$ zu verschwinden. Die Erscheinungen würden nicht anders gewesen sein, wenn es sich um eine Erhebung auf dem Planeten Mars gehandelt hätte, die die Lichtgrenze des Planeten allein in Folge seiner Rotation überschreitet. . . . Am Tage vorher, den 2. Juli, war ich an das Fernrohr getreten in der Zeit nahe dem Maximum, um $14^h\,10^m$, und hatte den leuchtenden Punkt bis zu seinem vollständigen Verschwinden um $14^h\,40^m$ verfolgen können.

Am 2. und 3. Juli fanden diese Erscheinungen in derselben Gegend statt bei ca. 50° ndl. Breite und mit einer Verzögerung von $^1/_2$ Stunde von einem Tag zum andern, wie sie einem in derselben Gegend des Planeten vorsichgehenden Ereignis entspricht. Die erste Beobachtung dieser Art geht zurück bis zum 10. Juni und dauerte damals von $15^h\,12^m$ bis $16^h\,17^m$. Dies Mal lag der leuchtende Punkt bei 30° ndl. Breite. wahrscheinlich in dem südl. Teil des Isthmus Hesperia der Karte von Schiaparelli. Ich füge hinzu, dass während dieser Beobachtungen die der kleinen Protuberanz benachbarte Region mir leicht deformiert und gewissermaßen erhaben erschienen ist."

Ohne eine weitere Erklärung zu geben, fügt Perrotin nur noch hinzu, daß es sich hier um Erhebungen von 30 bis 80 km über der Marsoberfläche gehandelt haben muß, und man darum auf der Erde nichts Ähnliches hat.

Er berichtet weiter, daß er die südliche Schnee-Kalotte beobachtet habe mit ihrer seit 2 Monaten sich vollziehenden Verminderung, und verspricht eine dies-

*) *Comptes rendus*. Sitzung vom 5. Sept. 1892.

bezügliche Publikation mit Zeichnungen. Sie ist durchzogen von mindestens 2 Streifen, „einer Art von Spalten *(sortes de crevasses)* ähnlich dem, den ich 1888 in der nördlichen Kalotte signalisiert habe". Der erste wurde Ende Juni gesehen, der zweite am 8. August. Die Umrißlinie dieses weißen Flecks zeigt zur Zeit der Berichterstattung eine tiefe schwarze sich beständig vergrößernde Anschwellung zwischen den Meridianen von 300° und 0°.

Weiter hat er mehrere Kanäle und verschiedene Veränderungen beobachtet, so eine im Norden der großen Syrte, die er auf die Bildung von Nebel oder Wolken schiebt. Eine andere beobachtete er am 6. und 7. August ein wenig nördlich des Lacus Solis. Hier befand sich ein sehr leuchtender Punkt, dessen außerordentlicher Glanz ihn am 6. August überrascht hatte. Am 7. war er nicht mehr zu sehen. „Wenn er noch existierte (die Bilder waren weniger klar als am Tage zuvor), so war er sicher viel weniger leuchtend."

Er hebt noch zum Schluß hervor, daß ihn einzig die Meldung analoger Beobachtungen aus Amerika zur Absendung dieses Briefes veranlaßt habe, und bekräftigt seine Angaben durch die Bemerkung, daß er Anfang Juli seine Beobachtungen dem Direktor des Observatoriums zu Lyon, André, mitgeteilt habe, der sich gerade zu Besuch auf dem Mont Gros befand, und daß er ihn für den 5. Juli eingeladen habe, diese Erscheinungen zu verifizieren. Aber unglücklicherweise sei es an diesem Tage trübe geworden und der Himmel sei die ganze Nacht bedeckt geblieben. — — —

Noch einen anderen rein theoretischen Artikel enthält dieser Jahrgang der *Comptes rendus* in No. 18 (31. Okt. 1892), nebst einem Nachtrag dazu (21. Nov. 1892), die seinerzeit sehr viel Aufsehen erregten, ein Schreiben von Stanislas Meunier: „Mögliche Ursache der Verdoppelung der Marskanäle; Nachahmung des Phänomens durch das Experiment."

Meunier erwähnt zuerst eine Reihe früherer Erklärungsversuche: So hat Boë (in Antwerpen) jede tatsächliche Realität der Verdoppelung zurückgewiesen und gemeint, daß es sich um eine Täuschung infolge Ermüdung der Augen handele. Daubrée hält sie für Sprünge in der Marsschale, die durch eine Aufblähung der ganzen Kugel sich erweitert haben. Fizeau sieht in ihnen Sprünge einer Eishülle, vergleichbar den Gletscherspalten des grönländischen Inlandeises. Für Proctor sind sie gefrorene Flüsse, bedeckt mit Schnee, die im Frühjahr weithin die Ufer überschwemmen und sie dunkel färben, während die Mitte weiß bleibt. Einige haben die Annahme tatsächlicher Ereignisse mit der optischer Erscheinungen verbunden. So hat ein gewisser M. Meisel, *„astronome de Halle"*, gezeigt, wie der von einem einfachen Kanal aufsteigende Wasserdampf, indem er die Form eines deutlichen Halbzylinders annimmt, das Verdoppelungsphänomen erläutern kann. Norman Lockyer denkt an die Bildung von Wolkenbänken, die sich längs der Mittellinie langer Wasserflächen hinziehen.

All diesen Hypothesen stellt er den folgenden Versuch gegenüber.

„Ich zeichne mit Hilfe von schwarzer Lackfarbe auf eine polierte metallische Fläche eine Reihe von Linien und Flecken, die mehr oder weniger genau die Karte des Mars wiedergeben; dann lasse ich auf sie einen Lichtstrahl der Sonne oder irgend einer anderen Lichtquelle fallen. Einige Millimeter vor der metallischen Fläche und parallel zu ihr bringe ich dann eine feine und gut durchsichtige Musseline in einem Rahmen an und ich sehe sogleich alle Linien und Flecken sich verdoppeln infolge der Schattenbilder auf der Seite eines jeden von ihnen, die durch das vom Metall reflektierte Licht auf die Musseline gezeichnet werden."

Hiermit stimmt überein, daß Schiaparelli die Verdopplung unter Bildung einer Art Nebel hat vor sich gehen sehen. Dieselbe Erscheinung müßte sich auf Erde, Venus und Mond zeigen, allein nur auf dem Mars sind die Verhältnisse für die Beobachtung günstig. Dem Mond fehlt die nötige Atmosphäre. Alle kleinen Unregelmäßigkeiten, die beobachtet worden sind, lassen sich so erklären. Der verschiedene Abstand der beiden Komponenten kann durch Kräuselung der Musseline, durch verschiedene Höhe desselben und durch ungleichmäßiges Refraktionsvermögen erklärt werden. Für die Wirklichkeit ist statt der Musseline natürlich eine dünne Nebelschicht anzunehmen.

In dem Nachtrag giebt er einige kleine Abänderungen in der Anordnung des Versuchs an, besonders ersetzt er die Scheibe durch eine Kugel. Und ausdrücklich weist er darauf hin, daß der Versuch auch ausführbar ist, wenn man statt der polierten Fläche ein Papierblatt mit schwarzen Linien verwendet. Die metallische Scheibe bezw. Kugel ist nur genommen, um ein Photographieren zu ermöglichen und es ist daher nicht nötig, daß sich das Sonnenbild reflektieren müsse wie in einem Spiegel. — — —

Noch geringer als in Deutschland und Frankreich scheint die Auslese in England gewesen zu sein, wo Lockyer in der Zeitschrift „*Nature*“ des öfteren über alle Neuigkeiten vom Mars berichtet. Und selbst aus Italien erhalten wir nur spärliche Notizen von Schiaparelli und Abetti.

Um so reichhaltiger sind die amerikanischen Journale. Amerika war ja auch mit seinen großen Instrumenten das Land, das am besten befähigt war, das Marsproblem wesentlich zu fördern, namentlich, nachdem man gelernt hatte, die günstigsten Verhältnisse zu benutzen.

In der Juninummer des Jahres 1892 von „*Astronomy and Astrophysics*“ tritt uns schon W. H. Pickering entgegen mit einem ersten vorbereitenden Aufsatz über die Farben auf dem Mars, der namentlich auf den Beobachtungen der letzten Opposition basiert ist. Hiernach hält die Gesamtfärbung die Mitte zwischen gewöhnlichem Kerzen- oder Gaslicht und dem einer elektrischen Flamme. Durch zahlreiche Versuche und die Herstellung von 60 farbigen Bildern werden möglichst genaue Vergleiche angestellt zwischen verschiedenen irdischen Objekten und den Teilen des Planeten. Von den mancherlei Angaben, deren Einzelanführung hier zu weit führen würde, sei erwähnt, daß Mars mehr karminrot erscheint bei Nacht, mehr orange bei Tage. Je stärker die angewandte Vergrößerung war, desto röter schien der Planet zu sein. Ziemlich gute Übereinstimmung ergab der Vergleich des bei Tage angefertigten Marsbildes mit einem 4 km (= $2^1/_2$ miles à 1609 m) entfernten Ziegelbau, der durch einen 6-Zöller betrachtet wurde. Die Verschiedenheiten in der rötlichen Färbung unter verschiedenen Verhältnissen ließ sich wohl durch den Einfluß der Erdatmosphäre erklären, die einen Teil der blauen Strahlen absorbiert.

Besondere Bedeutung neben den roten Strahlen verdient die zum Teil außerordentlich leuchtende blaugrüne Färbung. Namentlich an den Polen ist dies Grün sehr stark vertreten, das um so auffallender war, als unsere grünen Gegenstände, Bäume etc., in ca. 3 bis 5 km (2 bis 3 miles) Entfernung leicht grau bis graugrün erscheinen, selbst bei ganz heller, klarer Luft. Die beste Ähnlichkeit wurde gefunden bei der Beobachtung eines 4 km entfernten Baumes mit dem Teleskop, der durch eine direkt neben ihm befindliche elektrische Lampe hell beschienen war. Dies Grün war besonders deutlich abends und dann viel leichter zu sehen, als die mitunter recht schwer bemerkbaren weißen Pol-

kappen. Über die Ursachen dieser Farben enthält sich Pickering hier noch jeglicher Hypothese.

In der Fortsetzung eines Artikels im Augustheft weist er zunächst auf den bedeutenden Einfluß hin, den die irdische Atmosphäre auf die Helligkeit des Grün und Weiß ausübt. Charakteristisch ist folgende Schilderung: „Ein neues Bild wurde kurz vor Sonnenaufgang erhalten, als die Schneeregionen um den Südpol in einem äußerst glänzenden Grün erschienen, genau gleichgefärbt, wie das ziemlich schmale grüne Band direkt nördlich von ihnen. Als später die Sonne hervorkam, verwandelte sich die Farbe des Schnee in hellgelb, während der Rest der Scheibe eine orange Färbung annahm. Später noch besserte sich die Klarheit, einige Kanäle wurden sichtbar und der Schnee wurde so farblos *(colorless)*, wie der auf den uns umgebenden Bergen. Die beiden früheren Farbennüancen waren offenbar durch mangelhafte Klarheit bedingt, indem die Bewegungen unserer eigenen Luft die Farben der umgebenden Regionen auf den Schnee übertragen. Wir haben daraus die Vorschrift gezogen, niemals viel Wert auf die Farbenabschätzungen zu legen, wenn nicht die Schneekappen des Planeten durchaus farblos und das Kanalsystem deutlich definiert erschien."

Des weiteren gibt Pickering noch eine eingehendere Schilderung der wichtigsten Punkte auf dem Mars, die von allen Beobachtern unter guten Verhältnissen beobachtet werden können. Namentlich geht er noch auf die früher gesehenen Veränderungen ein in Farbe und Anblick einzelner Stellen. Daß solche Veränderungen in sehr beträchtlichem Maße häufig vorkommen, ist nicht zu leugnen, eine plausible Erklärung läßt sich zur Zeit aber nicht geben.

Noch einmal tritt uns Pickering im Oktoberheft desselben Journals entgegen, wo er von seinen Beobachtungen berichtet, die er auf der neuerbauten Sternwarte bei Arequipa in Peru angestellt hat. Hiernach sind die Kanäle zur Zeit sehr leicht zu sehen, und zwar stimmen manche mit denen von Schiaparelli überein, manche nicht. Einige deutlich sichtbare Kanäle kreuzen auch die sogenannten Ozeane. Auf Grund dieser Beobachtung ist es nicht denkbar, daß diese „Ozeane" wirklich Wasser enthalten, vielmehr hält er nur zwei Flecke für Meere, den einen am Nordende der *Syrtis major*, den andern im *Sinus Sabaeus*. Beide zeigen häufig eine glänzend blaue Farbe. Diese hält er für eine Reflexionswirkung der Atmosphäre, wie auch auf der Erde die Meere blau aussehen. (Dies ist aber nur eine Folge des reflektierten blauen Lichtes der Luft für uns, die wir unterhalb der reflektierenden Schicht uns befinden, während es zweifelhaft ist, ob die blaue Farbe auch nach wiederholtem Durchgang durch die Atmosphäre noch als solche für Außenstehende erscheint.) Diese beiden Flecke schienen ihm unter Anwendung eines Doppelbildprismas eine schwache Polarisation zu zeigen.

An der Polkappe beobachtet auch er die rasche mit den Jahreszeiten scheinbar durchaus parallel gehende Veränderung und das Auftreten eines dunklen Fleckes in ihr vom 23. Juni ab. In eingehender Weise schildert er dann die gleichzeitigen Veränderungen auf der Oberfläche sonst. Est ist sehr schwer, seinen Bericht und seine rohen Umrißzeichnungen mit den Bildern anderer Beobachter zu identifizieren. Dagegen bringt er im Dezember eine Übersicht über alle Ergebnisse, die er erhalten hat, und die wir hier im Auszug wiedergeben wollen.

Im ganzen wurden 373 Zeichnungen hergestellt, zahlreiche mikrometrische Messungen, 92 Ortsbestimmungen gemacht. Folgende Punkte hebt er als besonders

wichtig hervor. 1. Die Polkappen sind klar unterschieden in ihrem Anblick von den Wolkenbildungen, mit denen sie nicht verwechselt werden können. 2. Zweifellos gibt es auf dem Mars Wolken, vielleicht in manchen Punkten von denen auf der Erde verschieden, sicher verschieden mit Rücksicht auf Dichte und Glanz. 3. Es gibt zwei dauernd dunkle Flecke auf dem Planeten, die unter günstigen Umständen blau erscheinen und wahrscheinlich Wasser darstellen. 4. Sicher sind andere Teile der Oberfläche stufenweisen Farbenänderungen unterworfen, die nicht mit Hilfe von Wolken erklärt werden können. 5. Alle dunklen Flecken auf dem Mars außer den beiden „Meeren" zeigen zuweilen einen grünlichen Ton, zu andern Zeiten sind sie durchaus farblos. 6. Es gibt auf dem Planeten zahlreiche Kanäle, den Zeichnungen Schiaparellis entsprechend. Einige von ihnen sind nur wenige Meilen (engl. à 1,6 km) breit. Keine sicheren Andeutungen einer Verdoppelung konnten gesehen werden. 7. Durch die beschatteten Regionen verliefen gewisse, gekrümmte, sich verzweigende dunkle Linien. Sie waren zu breit für Flüsse, mögen aber deren Lauf andeuten. 8. Verteilt über der Oberfläche des Planeten, vorzüglich an der Seite gegenüber den beiden Seen, haben wir eine große Anzahl von kleinen schwarzen Punkten beobachtet. Sie liegen ohne Ausnahme an den Vereinigungsstellen der Kanäle mit einander und mit den beschatteten Teilen des Planeten. Sie haben 30 bis 100 Meilen (engl.) Durchmesser und sind in manchen Fällen noch schmäler als die Kanäle, in denen sie liegen. Über 40 von ihnen sind entdeckt worden, und wir haben sie *„for convenience" „lakes"* (Seen) genannt.

Diese zwei letzten Punkte 7. und 8. sind es, die als die wichtigste Entdeckung dieser Opposition aufzufassen sind, und deren Bedeutung der der Schiaparellischen Entdeckung von 1877 gleich zu achten ist. Aber warum hat man früher davon nichts gesehen?

Von anderen Bemerkungen sei nur noch erwähnt, daß Pickering sich den dunkeln Streifen, der beim Wegschmelzen der Polkappe entstand, als ein von schneebedeckten Gebirgen umgebenes Tal erklärt. (Fortsetzung folgt.)

Aus dem Leserkreise.

Sophie Brahe.

Da das Interesse für den großen Dänen Tycho Brahe auch nach der Feier seines 300jährigen Todestages noch immer rege ist, dürfte nachstehender Auszug aus einem Briefe des Herrn Torvald Köhl an die Redaktion unsere Leser auch heute noch interessieren.

Unter den für die Astronomie begeisterten Frauen darf die berühmte Schwester unseres großen dänischen Astronomen Tycho Brahe nicht unerwähnt bleiben. Unter 10 Geschwistern waren Tycho und seine 10 Jahre jüngere Schwester Sophie gleichsam von einer anderen und edleren Natur als die übrigen Geschwister und die Eltern, und die große Sympathie zwischen Tycho und Sophie erweckte Antipathie bei den übrigen Familienmitgliedern. Sophie Brahe lebte und atmete für wissenschaftliche und literarische Studien und zeichnete sich auch durch dichterische Begabung aus. Besonders liebte sie die Astronomie und Chemie; nur 17 Jahre alt, half sie ihrem Bruder bei der Beob-

achtung einer Mondfinsternis. Sie befaßte sich am meisten mit astrologischen Vorbersagungen und hatte immer ein Nativitätsbuch bei sich über ihre Freunde und Bekannten. Sophie Brahe überlebte ihren berühmten Bruder um volle 42 Jahre und starb erst 1643, 87 Jahre alt. Die Namen Tycho und Sophie Brahe gehören zusammen, wie die Namen William und Caroline Herschel. Der glänzende Stern am dänischen Himmel war ein Doppelstern.

Privatsternwarte Odder, Dänemark. Torvald Köhl.



Das Observatorium auf dem Mount Lowe.

Ich sende Ihnen einige photographische Aufnahmen der Sternwarte auf dem Mount Lowe, einem Berge der San Bernadino-Gruppe der Sierra Madre, nahe Los Angeles. Auf denselben führt ein ganz genial angelegter, großartiger Schienenweg, von Prof. Lowe erbaut, der $1^1/_2$ Mill. Pfd. Sterl. daran spendete und leider bankerott wurde. — Da Los Angeles rapid wächst, alljährlich von



Observatorium auf dem Mount Lowe, nahe Los Angeles.

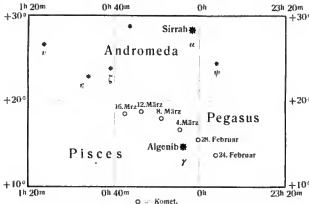
Tausenden von Touristen besucht wird, ist z. Z. auch diese Bergbahn in große Aufnahme gekommen. Der jetzige Direktor der Sternwarte ist Prof. Edgar Larkin, ein feingebildeter Gelehrter höheren Alters, der in diesen Tagen ein Werk über seine astronomischen Beobachtungen veröffentlichen wird. Er gehört zu jenen wahrhaften Gelehrten, die von sich nichts und von anderen das höchste denken. „Deutschland steht natürlich obenan in bezug auf seine Kenntnisse in der Astronomie," äußerte er in seiner Bescheidenheit.

Der Sternhimmel ist hier im Vergleich mit dem bei uns daheim insofern ein anderer, als die Sterne infolge des wunderbar klaren Äthers doppelt und dreifach so groß erscheinen. Die Besichtigung derselben durch das 16 Zoll (im Durchmesser) Äquatorial-Teleskop ist ein Hochgenuß. Das stets sich gleichbleibende Klima eines unvergänglichen Frühlings hat nur wenige Tage aufzuweisen, an welchen man das Teleskop nicht benutzen kann.

Jedenfalls werden wohl des Grafen von Schwerin Berichte über Kalifornien veröffentlicht werden; er sprach sich sehr begeistert über Kalifornien aus und hielt sich 8 Tage in Los Angeles auf. Malwine Lampadius.

Kleine Mitteilungen.

Komet Giacobini 1903, a wird zunächst immer heller aber auch bald in den Strahlen der Sonne verschwinden. Über seinen weiteren Lauf orientiert nebenstehendes Kärtchen.



Lauf des Kometen 1903a vom Febr. 24. bis März 16.

Hiernach wird der Komet am 2. März nur $1^1/_2{}^0$ von Algenib (γ Pegasi) — nicht zu verwechseln mit dem gleichnamigen Stern α Persei — abstehen. Nach der vorausberechneten Helligkeit wird der Komet am 15. März 5 mal so hell sein, d. h., um zwei Größenklassen heller, als am 1. und mit unbewaffnetem Auge sichtbar werden. Wir vervollständigen hier noch die im „Weltall" Jahrgang 3, S. 116, gegebenen Positionen nach einer Ephemeride von Paul Brück.

1903	Rectascension	Deklination	1903	Rectascension	Deklination
März 2.	$0^h\ 4^m\ 47^s$	$+16^0\ 1',8$	März 10.	$0^h\ 22^m\ 57^s$	$+18^0\ 31',8$
4.	9 18	16 46,5	12.	27 18	18 48,1
6.	13 52	17 27,9	14.	31 22	18 48,5
8.	0 18 26	+ 18 3,9	16.	0 35 3	+ 18 27,9.

* * *

F. S. Archenhold.

Ein neuer Veränderlicher 1. 1903, der erste des Jahres 1903, ist von dem bekannten Edinburger Entdecker der Nova Aurigae und Nova Persei, Thomas D. Anderson im Sternbilde des Fuhrmanns aufgefunden worden. Seine Position ist

Rectascension = $5^h\ 50^m\ 3^s,0$ Deklination = $+53^0\ 16',9$. (1855.)

Am 1. Mai 1902 war dieser Stern 11. Gr., am 6. Dezember 1902 etwa 10,5. Gr., am 4. Februar 1903 jedoch mindestens 9,5. Gr. Die Schwankung beträgt hiernach $1^1/_2$ Größenklassen. Im Bonner Sternverzeichnis wird er als ein Stern 9,3. Gr. aufgeführt. Ihm folgt in einer Distanz von nur 1′ ein Stern 10. Gr.

* * *

Entdeckung eines Veränderlichen 2. 1903. Frau Professor Ceraski, der wir schon die Entdeckung vieler Veränderlicher zu verdanken haben, hat auf den Photographien von Blajko im Sternbilde des Drachen einen Veränderlichen gefunden, der in der Bonner Durchmusterung nicht aufgeführt wird. Seine Position ist: Rectascension = $9^h\ 31^m\ 5^s,1$, Deklination = $+78^0\ 18'\ 14''$. In einem Sternkatalog von Kasan wird derselbe als 8,2. Größe am 30. Oktober 1870 bezeichnet; auf den 12 Platten von Blajko schwankt die Größe des Veränderlichen in den Jahren 1897 bis 1901 zwischen 9,3. bis 13. Größe. F. S. Archenhold.

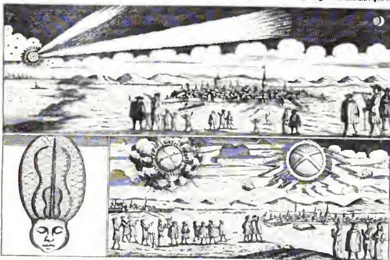
Für die Schriftleitung verantwortlich: F. S. Archenhold, Treptow-Berlin; für den Inseratenteil: C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin W.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

Nachdencklich-dreyfaches

Wunder-Zeichen/

I. Eines groß-erschröcklich-feurigen Cometen;
II. Eines entsetzlichen Feuer-Kugel Lufft-Zeichens;
III. Einer sehr ungestalten Fontange-Mißgeburt;

Womit der erzürnte GOtt / die hefftig-versündigte Welt-gesinnete Menschen / zur Busse und Besserung locken und anreitzen will.



DEr starck-eyfrig- und wegen unsrer Sünden-Menge / erzürnte GOtt / trohet und warnet durch allerley Zeichen und Wunder / in den letzten Tagen / dieser bald zu Trümmern gehenden bösen Welt / ob wir uns geben / seine Diener und Mund-Boten hören / und durch wahre Busse rechtschaffen bekehren möchten! Es stehet nicht wol in einem Hause / so der Vatter die Ruthe zucket und damit trohet / wann die Kinder darob sich wenig oder gar nicht entsetzen / sondern vielmehr lachen und sich ergötzen! Die Cometen / so gemeiniglich Straff-Propheten / sind Zorn-Ruthen / damit der erzürnete Himmels-Vatter uns ungehorsame Welt-Kinder betrohet. Lasset uns durch Buß und Besserung / ihm in die gezuckte Ruthen fallen / so wird Er sich unser erbarmen und die getrohete Straff in einen Segen verwandeln! Von einer dergleichen Zorn-Ruthen / so der gerechte und wegen unserer Sünden-Greuel / hefftig-erzürnte GOtt / an das Himmels Fenster gestecket / wird aus Schottland vermeldet / daß in selbigen Königreich sich ein erschrecklich-grosser und gantz feuriger Comet-Stern / von 20. biß 21. Grad lang / entsetzlich sehen lasse: Solcher Comet-Stern soll zween Schwäntz oder Schweiffe / von ungemeiner Grösse und Länge / haben / deren einer nach Nord-Osten / der andere aber nach Süd-Westen sich erstrecket: Die Bedeutung ist GOtt bekannt! der verhüte in allen Gnaden / daß dieser nicht dem grossen An. 1680. in unserm Seitzagenden Teutschland erschienenen Cometen gleichsam secundiren / und ein neues Unglück bedeuten möge.

DAs zweyte Zorn- und Warnungs-Zeichen / so von Lübeck überschrieben worden / und uns gleichfalls zur Buß und Besserung anreitzen / auch alle im Schwang gehende Atheisterey / Epicurerey / Sodomiterey / Schwelgerey / Hurerey u. und dergleichen Sünden-Greuel zu vermeiden / Anlaß geben solte / ist folgendes:

Daß nemlich Donnerstags den 4. Novembr. st. v. gegen Abend zwischen 6. und 7. Uhr / in selbigen District und Gegend gegen das Mecklenburgische man eine grosse feurige Kugel / in Gestalt einer Carthaunen Kugel bey einer viertel Stund lang in der freyen Lufft schwebend gesehen / welch Phænomenon oder Lufft-Zeichen sich gleichfals über dem Hamburgischen Horizont / um eben selbige Zeit und Stunde / doch unter einer Creutz-Figur / mit besonderender Anschauung vieler tausenden sich nachdencklich praesentiret; wobey aber folgender Unterschied zu bemercken: Daß nemlich die Kugel / nach ermelter viertel-stündiger Erscheinung / einen Dampff-schwebenden Knall und Hall von sich gegeben / als ob ein grob Geschütz oder Stuck gelöset oder loßgebrennet würde; Und so fort dem Gesichte vieler tausenden Zuschauer sich entzogen oder verschwunden: Dieses aber / nemlich die Creutz-Figur / hat / nach gleicher Zeit-Frist / mit einem Schwefel-leuchtenden / hellscheinend-erschröcklichen Blitz sich entfernet / und aus der Anschauer Augen verlohren! GOtt verhüte / daß nicht die Donner-Carthaunen / mit Erstaunen uns ferner begrüssen und die süsse Friedens-Hoffnung über kurtz oder lang verbittern / oder gar verschwindend machen mögen!

DAs dritte Zorn- und Wunder-Zeichen / ist eine entsetzliche / ungestalte Mißgeburt / so der gerechte GOtt / nach seinem allweisen Rath / allen neusüchtigen Mode- oder Hoffarts-Tocken / zum Abscheu und Schrecken / verwichenen 15. Oct. st. v. dieses zu End eilenden 1697. Jahrs / in dem Städtlein Buchholtz / unweit Annaberg gelegen / lassen zur Welt / jedoch todt / gebohren werden / dem Geschlecht nach ein Töchterlein / die Eltern seynd Johann Christoph Pohlmann / Burger und Posamentirer in Buchholtz / die Mutter Maria Barbara / Augustin Kaysers / gewesenen Geld-Arbeiters hinterlassene Tochter / und wird nun den annahenden 25. Nov. jährig / daß diese junge Eheleute einander geheuratet und Hochzeit gehabt haben; Solch Mißgeburt oder Töchterlein hat eine gantz länglich-gebildete Fontange oder formirten der Zeit üblichen Mode-Busch / über den Kopff neun Zoll hoch gehabt / da dann bey der Section dieses ungestalten Kopffes sich befunden / daß sich klein-subtile Gebeinlein / recht wie durchzogener Drath / gezeiget; Woraus dann augenscheinlich erhellet / daß GOtt ein starcker Eiferer wider die übermachte Hoffart und Kleider-Pracht seye / massen aus dem Propheten Amos am 6. Cap. deutlich zu ersehen. Siehet Er gleich / seiner bekannten Langmut nach / eine Zeitlang zu / so fürchte fürwahr / die Göttliche Gnad werd schwerlich in die Länge solchen frechen Hochmut und übermachten Kleider-Pracht zu sehen! Man bedencke was nur bey zwey oder drey Jahren her vor abscheuliche und erschröckliche Mißgeburten an Menschen und Vieh sich ereignet und gesehen worden / welche alle auf ihren Köpffen dergleichen hoch aufgethürnte Fleisch-Stücke gehabt haben / wodurch dann der gerechte GOtt [illegible] und Zorn-Eyfer entdecket und sehen lassen.

[illegible] der barmhertzige GOtt wolle alle und jede Christliche Eheleute / vor dergleichen entsetzlichen Unglück in Gnaden bewahren / mit angehencktem Wunsch und Hertzlicher Bitt / daß wir ja den gerechten GOtt nicht ferner zu dergleichen und andern grössern Straffen / durch Üppigkeit / schändliche Hoffart / und Kleider-Pracht / Ursache geben mögen [illegible] erhalten [illegible] Zorn und angetrohete Straffe in Gnaden abwenden [illegible] Kleider-Pracht abschaffen / weil solcher vor GOtt ein Greuel / und uns vor ihm gleich dem Vieh [illegible] machet [illegible] von GOtt [illegible] Hoffart [illegible] GOtt [illegible] den Hoffärtigen / aber den Demütigen gibt Er Gnade ohne Ende.

Aus dem „Astronomischen Museum" der Treptow-Sternwarte

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

3. Jahrgang. Heft 12. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte. 1903 März 15.

Verlag von C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin.

Diese Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. — Abonnementspreis vierteljährlich Mark 2.— (Ausland Mark 2.50), einzelne Nummer 50 Pfg. franko durch den Verlag, Berlin W. 35, Schöneberger Ufer 43, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungspreisliste 11. Nachtrag 7814 a).

Anzeigen-Gebühren: Die einspaltige Petitzeile 40 Pfg. 1/1 Seite 60.—, 1/2 Seite 30.—, 1/4 Seite 15.— Mk. Bei Wiederholungen Rabatt.

INHALT.

Zwei Jahre Marsforschung (1892 und 1894/5).

Ein Bild aus dem wissenschaftlichen Leben der Gegenwart.

Von Dr. B. Bruhns.

(Schluß.)

Eine weitere interessante Reihe von Beobachtungen wurde auf dem Lick-Observatorium angestellt, über die mir zwei selbständige Berichte von Holden und Barnard vorliegen. Regelmäßig ist hier an den Tagen Sonnabend bis Mittwoch der Mars mit dem 39-Zöller von Holden, Schäberle, Campbell und Hussey beobachtet worden, während Barnard jeden Freitag den 36-Zöller, sonst aber noch oft den 12-Zöller auf den Planeten richtete. Zunächst wurden im Mai einige Versuche gemacht, um photographische Aufnahmen zu erhalten, die aber leider mißglückten. Darum griff man im Juni wieder zur Methode der Zeichnungen, von denen denn auch bis Mitte August 100 erhalten wurden. Von Interesse sind zahlreiche Versuche zur Feststellung der besten Bedingungen für die Beobachtung. Im Morgen- und Abendzwielicht, durch farbige Gläser, mit verringerter Objektivöffnung, mit erleuchtetem und verdunkeltem Feld, bei wechselnden Combinationen der Brennpunktslagen wurde der Planet beobachtet, aber ohne wesentliche Vorteile auf die eine oder die andere Weise zu erzielen. Dies Ergebnis ist deshalb beachtenswert, weil es wesentlich von den Erfahrungen abweicht, die früher Schiaparelli und später Lowell gemacht hat.

Aus den Beobachtungsresultaten sei erwähnt, die Veränderung der Südpolarkappe unter dem Einfluß der Jahreszeiten und die Erscheinung heller Punkte am Terminator, wie sie schon von Perrotin angeführt und später von Pickering und Lowell eingehend studiert wurden. Daneben traten auch in

den Flecken und Kanälen selbst vielfache Veränderungen auf, während die Forscher erst vom 17. August eine Verdopplungserscheinung wahrnahmen, indem sich ihnen der Kanal Ganges deutlich zweifach zeigte.

Barnard besonders hat seine Aufmerksamkeit dem weißen Fleck am Südpol zugewandt: Von Ende Juni bis Anfang September nahm er ab von 12",4 bis 3",5. (Diese Zahlen sind reduziert für den scheinbaren Durchmesser des Planeten zur Zeit der Opposition am 4. August.) Ende Juni erschien nahe der Mitte dieses Fleckes eine dunkle Stelle von unregelmäßiger Gestalt, dessen Farbe bei wenigstens einer Gelegenheit rötlich war, wie die der „Kontinente". Ende Juli war die ganze Polkappe stark verdunkelt und trübe, während zwei glänzend weiße Punkte auf ihr auftraten. In der ersten August-Woche hatte sie jedoch ihren vollen Glanz wieder erreicht. Gelegentlich sah Barnard auch abgetrennte Teile nahe bei dem *„parent cap"*. Im allgemeinen spricht er sich über diese ganze Veränderlichkeit auf der Polarcalotte in dem Sinne aus, daß sie so umfangreiche und schnelle gewesen seien, daß sie kaum auf die Wirkung der Sonne zurückgeführt werden könnten, es sei denn, daß dieses Eis und dieser Schnee von dem auf der Erde wesentlich verschieden seien.

Auch das genaue Studium der Veränderungen in den übrigen Flecken ließ in Barnard den Gedanken aufkommen, ob nicht Mars als eine Welt in noch jüngerem Stadium wie die Erde anzusehen sei, auf der die Kontinente und Meere noch nicht ihre feste Form erhalten haben, vielmehr noch beständige Umwandlungen erfahren. — Ebenso wenig beständig waren die Farben. Am 3. August tauchte plötzlich ein heller Fleck von 2" bis 3" scheinbarem Durchmesser auf, der aber trotz sorgsamen Studiums an den nächsten Tagen nicht wieder zu finden war.

Es sei hier noch auf einen Aufsatz hingewiesen, den Schäberle im Anschluss an seine Beobachtungen in den *„Publications of the Astronomical Society of Pacific"* veröffentlicht hat, worin er im Gegensatz zu allen früheren Ansichten die dunklen Regionen als Land, die hellen als Wasser betrachtet wissen will. Zur Begründung dieser Meinung führt er folgendes an: Wenn man die dunklen Flecke als Land ansieht, so lassen sich die mannigfachen Abstufungen in den Schatten besser erklären, nämlich als Ungleichförmigkeiten in der Oberflächengestalt. Ferner müßte das von einer sphärischen Wasserfläche reflektierte Licht gleichmässige Änderungen seiner Intensität zeigen. Die Mitte des Planeten müsste, wenn er eine Wasseroberfläche hätte, am hellsten erscheinen. Die Beobachtungen ergaben denn auch ein Anwachsen des Glanzes in den hellen Regionen nach der Mitte zu, dagegen widerspricht es der Erfahrung, daß die dunklen in der Mitte heller werden. Demnach sind die Kanäle Gebirgsketten, die meist vollständig mit Wasser überflutet sind. Die Doppelkanäle entsprechen den auch bei uns häufigen Parallelketten. Als eine wichtige Bestätigung seiner Theorie führt er an, daß vom Mt. Hamilton die Bai von San Francisco zu allen Tageszeiten unter allen möglichen Einfallwinkeln der Sonnenstrahlen heller erscheint, als das benachbarte Tal nebst den gleichweit entfernten Bergen. — — —

Hiermit sind die amerikanischen Marsforschungen noch nicht erschöpft.

Auf dem *Goodsell Observatory* in Northfield hat Wilson mehrere Zeichnungen herstellen können, von denen er die beiden besten veröffentlicht. Ausdrücklich hebt er in den Begleitworten die beträchtlichen Unterschiede gegen Schiaparellis Karte hervor. Schon am 13. August sah er verschiedene Ver-

dopplungen, freilich nur auf kurze Momente. Gelegentlich der Beobachtungen von Ende August macht er die eigentümliche Bemerkung, daß in Augenblicken äußerster Klarheit das ganze dunkle Gebiet des Planeten mit ganz kleinen, wolkenartigen Flecken gesprenkelt erschien. — Auffallend im Vergleich zu Barnards Beobachtungen ist es, daß er die Südpolarkappe durchaus weiß und kreisrund (oder vielmehr elliptisch infolge der Perspektive) sah, außer am 26. August, wo er eine Ahnung von einer kleinen Einbuchtung am Rande hatte. Wie ist es zu erklären, daß dieser Beobachter, der sonst so genaue Einzelheiten erkennen konnte, nichts gesehen hat von den dunkeln Banden und den Unregelmäßigkeiten der Schneegrenze, die sonst so oft hervorgehoben werden?

Auf dem *Warner Observatory* in Rochester, N. Y., hat Swift, ohne daß er dafür einen hinreichenden Grund angeben könnte, außerordentlich wenig Detail von der Planetenscheibe unterscheiden können.

Nur kurz seien die Bestimmungen der genauen Lage des Centrums des Südpolarflecks, die Comstock auf dem *Washburn Observatory* zu Madison angestellt hat, erwähnt.

Wichtiger sind dagegen die Bemerkungen des Astronomen Young vom *Halsted Observatory* in Princeton, N. J. Er hat zunächst auch die Polkappe beobachtet und darin deutlich am 23. Juli einen dunklen Streifen gesehen. Dagegen war es ihm trotz eifrigen Bemühens im Juli nicht möglich, die Kanäle zu entdecken. „Es gab da in der Tat einige schwache Flecken *(markings)*, von denen einige bei geringer Vergrößerung gut mit den Kanälen der Karte in Lage und allgemeiner Richtung übereinzustimmen schienen; aber bei Anwendung stärkerer Vergrößerung verschwand die Uebereinstimmung; d. h., statt daß sie schmale, wohl definierte und fast gerade verlaufende Linien waren, wurden sie zu bloßen Schatten, unregelmäßig, undeutlich und unklar in ihrer Begrenzung und häufig unterbrochen. Aber ich möchte nicht so verstanden sein, als ob ich die Realität der von dem italienischen Astronomen beschriebenen und gezeichneten Merkmale leugnete. Die Klarheit, wenn sie auch für Princeton am 23. und 25. Juli ungewöhnlich gut war, war vermutlich nicht vergleichbar mit jener, die in der Atmosphäre Italiens vorwiegt, auch kann ich nicht eine besondere Schärfe meines Gesichts behaupten. Ich kann nur sagen, daß meine Beobachtungen die von Schiaparelli nicht bestätigt haben *(failed to confirm)* und mich ziemlich skeptisch ließen."

Endlich haben wir noch über einen Beobachter zu berichten, dessen Nachrichten den vorzüglichsten Eindruck hervorrufen. Dies ist Keeler*), der im Gegensatz zu einigen anderen Marsforschern, namentlich Pickering, alle erdenkliche Sorgfalt auf die Herstellung genauer Zeichnungen verwandte. Er ist der Ansicht, daß diese genaue Wiedergabe der gesehenen Schattierungen und ihrer leicht verschwimmenden Grenzen ein Haupterfordernis für die Verifikation areographischer Objekte sei. Sein wesentliches Ziel war, die Karten von Schiaparelli, Green u. A. zu vergleichen mit dem, was wirklich im Teleskop gesehen werden konnte, und es bietet großes Interesse, die sorgfältigen Vorbereitungen zu verfolgen, die dazu dienen, dies Endziel zu erreichen.

So wurde zuerst ein Marsglobus auf Grund von Schiaparellis Karte nach den Oppositionen von 1882 bis 1888 angefertigt, der bei 6 Zoll Durchmesser viel

*) Physikal Observations of Mars, made at the Alleghany Observatory in 1892. Mem. of the R. Astr. Soc.

deutlicher als jede Projektion des Kartenbildes die wahre Configuration erkennen ließ. Dann wurden für jede Beobachtung genaue Umrißbilder des Mars unter Berücksichtigung der Phase vorbereitet, in die nunmehr alle sichtbaren Flecke eingezeichnet wurden. Dabei vermied er, als der Wirklichkeit durchaus widersprechend, alle scharfen Linien. In sehr vielen Fällen gehen die Flecke ganz allmählich in die Umgebung über, so daß eine scharfe Scheidung durchaus willkürlich sein würde. Der einzelnen Zeichnung wurden dann noch Anmerkungen beigefügt, in denen all das notiert wurde, was auf dem Bilde nicht zum Ausdruck kommen konnte. Auf diese Weise hat er zwar nur eine verhältnismäßig geringe Zahl von Zeichnungen erhalten (31), die aber sämtlich für sich vollendet sind.

Hieran schloß sich dann eine äußerst eingehende Vergleichung der selbst erhaltenen Darstellung mit den zu Grunde gelegten Karten, insbesondere mit dem vorher konstruierten Globus. Dieser wurde auf einem Schlittenapparat in die Lage gebracht, die der jeweiligen Stellung des Mars völlig entsprach und dann davor eine Linse befestigt, die seinen Durchmesser auf genau das gleiche Maß reduzierte, wie es für die Bilder hatte angewandt werden müssen. Durch einen feinen in einen Rahmen eingespannten Faden wurde die genaue Lage des Meridians bezeichnet, der durch die Mitte der sichtbaren Scheibe verlief. So wurde der Globus jedesmal photographiert und nun erst begann die eigentliche Vergleichung und die sorgsame Erwägung, inwieweit die verschiedenen Differenzen durch Zeichenfehler, unkorrekte Aufnahme der Natur der Flecke oder tatsächliche Veränderungen auf der Oberfläche des Planeten bedingt seien.

Das Ergebnis war eine recht befriedigende Uebereinstimmung in der gegenseitigen Configuration der Flecke, aber es zeigte sich eine merkwürdige nahezu konstante Differenz in der Lage des mittleren Meridians. Dieser wies auf den durch die direkte Beobachtung erhaltenen Bildern eine Abweichung von 6.3°, 4.4°, 7.6°, 4.6°, 4.7° etc. auf gegenüber den Bildern, wie sie auf Grund der Berechnung nach den Ephemeriden erhalten wurden. Keeler machte hierauf eine neue Serie von Photographien, indem er jetzt dem künstlichen Mars die Stellung gab, die dem beobachteten Bilde genau entsprach. Die Uebereinstimmung von Zeichnung und Photographie war nunmehr eine sehr bemerkenswerte. Woher diese eigentümliche Differenz, die durchaus keine systematische Reihe erkennen läßt, stammt, darüber ist sich Keeler ganz im Unklaren. Nach anderweitig angestellten Versuchen übersteigt ihr Wert bedeutend den etwaigen persönlichen Auffassungsfehler.

Mit dem Jahre 1892 schwand wieder die Möglichkeit, gute Bilder des Planeten zu erhalten, aber das Interesse an den Forschungen ging nicht unter. Nicht die Beobachtungen allein sind es, die Zeugnis ablegen von dem geistigen Arbeiten einer Epoche, sondern mehr noch das, was aus den gefundenen Tatsachen herausgearbeitet wird, wie sie weiter und weiter, freilich in immer unsicherer Form, in das Volk einsickern. Grade der Mars hat mehr als manches andere Objekt Anlaß zur Hypothesenbildung gegeben. Einige dieser Vermutungen sind schon hier und da erwähnt, des weiteren seien noch drei der wichtigsten angeführt.

Plaßmann veröffentlicht in der „Naturwissenschaftl. Rundschau" von 1893, nachdem er einige Wochen zuvor der Meunier'schen Theorie entgegengetreten ist, eine Studie über die von der Sonne her auf die einzelnen Gebiete des Mars auffallende Wärmemenge. Er kommt dabei zu dem frappierenden Resultat, daß

die der Sonne zugewandte Polargegend eine ungleich größere Wärmemenge erhält, als die Äquatorialzone, sobald die Höhe der Sonne über dem Marsäquator in ihrem jährlichen Wechsel einen bestimmten Wert erreicht hat. Es ist dies eine Folge der langen Bestrahlung des Planeten durch die Mitternachtssonne. Nimmt man noch dazu eine größere Durchlässigkeit der Marsatmosphäre für Wärmestrahlen an, was wohl erlaubt ist, so würde dies hinreichen, um die Erscheinung des schnellen Abschmelzens der Polarkalotten zu erklären.

An anderer Stelle, im Novemberheft der „Deutschen Revue“ von 1892 geht A. Schmidt von der Anschauung aus, daß die Temperatur der Oberfläche auf dem Mars eine wesentlich niedrigere sei, wie auf der Erde und kommt daraus zu der Schlußfolgerung, daß als das fließende, gefrierende und verdunstende Element die Kohlensäure anzunehmen sei. Es wäre dann die Scheibe total vereist, aber die Eisschicht von vielen Sprüngen und Rissen durchsetzt. Ueber diesen bilden sich zahlreiche Wolken, sowohl von Wasserdampf, als auch von Kohlensäure. — Indem sich der Wasserdampf sogleich niederschlägt, die Kohlensäure dagegen durch die Passate etwas weiter getragen wird, entstehen die Doppelkanäle.

Und schließlich sei noch die Meinung von M. W. Meyer angeführt, die er in folgenden Sätzen zusammengefaßt hat:

1. Mars befindet sich als Planet in einem vorgeschritteneren Stadium als die Erde.

2. Die ihn zusammensetzenden Stoffe und die dort wirkenden Naturkräfte bringen im allgemeinen ähnliche Resultate hervor wie auf der Erde.

3. Die reine Atmosphäre des Mars läßt insoweit eine stärkere Sonnenbestrahlung zu, daß die geringere Gesamtmenge des zufließenden Wassers gegenüber der Erde für die Wirkung auf seiner Oberfläche nahezu kompensiert wird.

4. Intelligente Wesen von unseren Fähigkeiten haben zu irgend einer vergangenen Epoche auf dem Mars gelebt.

Die beobachteten Kanäle sind danach auf natürliche Weise ausgewaschene und ungeheuer verbreiterte Werke jener intelligenten Wesen aus der letzten Zeit ihrer Existenz.

Es sei hiermit genug gesagt von den Hypothesen; sie alle können mit nahezu gleicher Berechtigung verfochten und angegriffen werden. Als Zeichen der menschlichen Denktätigkeit und seines Witzes fordern sie unser Interesse heraus, aber gern wenden wir uns wieder der exakten Forschung zu.

Im Jahre 1894 trat die Opposition am 20. Oktober ein; der Planet stand diesmal höher am Horizont und war deshalb für die Beobachtung ein bei weitem günstigeres Objekt. Aber trotzdem war der Erfolg der europäischen Observatorien ein recht ungünstiger. Mit welch eigentümlichen Schwierigkeiten der Forscher mitunter zu kämpfen hat, kennzeichnet eine Bemerkung R. Gautiers in Genf in der Vierteljahrsschrift der Astron. Gesellschaft, in der er darauf hinweist, daß sein neues Äquatoreal von 10 Zoll Öffnung weit weniger Details auf dem Mars als auf Jupiter und Saturn ergab, ohne daß er einen Grund hierfür hätte angeben können.

Hervorragendes Interesse beansprucht natürlich ein kurzer Bericht, den Schiaparelli in den Astron. Nachr. veröffentlichte, aus dem folgende Daten hervorgehoben seien:

Zunächst spricht er vom Südpolarfleck, der am 3. und 10. Oktober noch deutlich erkannt und seiner Lage nach durch eine Messung seines Positionswinkels bestimmt werden konnte. Schon hier war er vom Rand der Scheibe getrennt. Am 21. Oktober war er kaum noch zu erkennen und am 29. Oktober, 59 Tage nach dem Solsticium, total verschwunden. Einen schwachen Schimmer glaubte er am 21. November wahrzunehmen. — Hierbei erwähnt Schiaparelli, daß 1877 bis 78 noch 98 Tage, 1879 bis 80 noch 144 Tage und 1892 noch 78 Tage nach dem Solsticium die Polarkappe sichtbar war. Ihr völliges Verschwinden ist dies Jahr zum ersten Mal wahrgenommen worden.

Dies Verschwinden des weißen Fleckes am Südpol hat damals zu einem heftigen Streit den Anlaß gegeben, der sich in der Pariser Akademie der Wissenschaften abspielte.

Am 15. Oktober hatte Tisserand eine Nachricht des Herrn G. Bigourdan mitgeteilt, nach der der Fleck am 4. Oktober noch einen Durchmesser von 1,4″ = 300 km hatte, am 9. und 10. Oktober noch seiner Lage nach genau bestimmbar, am 13. Oktober aber nicht mehr sicher kenntlich war. Dem trat Flammarion in einer Nachricht vom 5. November entgegen, worin er das Verschwinden mit dem Hinweis begründet, daß das fragliche Objekt hinter den Rand der Scheibe getreten sei. Am 1. November sei der Fleck wieder sichtbar gewesen und von Antoniadi zu ca. 300 km Ausdehnung gemessen worden.

Daraufhin äußert sich wieder Bigourdan in einer am 12. November vorliegenden Notiz, in der er das Verschwinden hinter dem Rand der Scheibe für nicht denkbar erklärt, da der Fleck infolge der Neigung der Planetenachse auch bei ungünstigster Lage noch sichtbar hätte sein müssen. Er wiederholt, daß er am 10. Oktober noch deutlich zu sehen, am 13. trotz guter sonstiger Details nicht bestimmt nachweisbar, jedenfalls am 19. und 31. Oktober und am 1. und 6. November unsichtbar gewesen sei. Bei einer Ausdehnung von 300 km hätte man ihn klar sehen müssen.

Noch einmal kommt Flammarion auf diesen Gegenstand zurück, indem er am 25. November 1895 der Akademie ein Schreiben vorlegt, in dem er erwähnt, daß auf dem Lickobservatorium die Polarkappe noch am 11. November 1894 zu sehen war. — Nach Lowell wurde sie am 12. Oktober zum letzten Mal deutlich gesehen, und Leo Brenner konnte sie noch mit Bestimmtheit bis zum 29. Oktober verfolgen. Von da an sah er dort wohl mitunter ein helles Pünktchen aufleuchten, ohne es jedoch mit Sicherheit nachweisen zu können. Dagegen stellte er am 31. März 1895 das Wiederauftreten des Schneeflecks als gewiß fest. — — —

Doch kehren wir nach dieser Abschweifung zu Schiaparellis Bericht zurück. Er beobachtete noch besonders bemerkenswerte Veränderungen zwischen dem Mare Tyrrhenum und dem Mare Cimmerium, die um so auffälliger sind, als das gewohnte ältere Bild sich schon seit 1719 nachweisen läßt. Ferner zeigte sich das Mare Sirenum zeitweilig in zwei Teile zerrissen, so am 8. und 21. November, während es vor dem 8. November an verschiedenen Observatorien (Holden und Leo Brenner) ungeteilt erschien.

In demselben Bande der Astronomischen Nachrichten tritt zum ersten Male Leo Brenner mit seinen Beobachtungen auf der Manora-Sternwarte in Lussinpiccolo hervor. Er hat sie in zwei ausführlichen Berichten geschildert. Bekanntlich verfügt Brenner über ganz besonders gute atmosphärische Bedingungen, die er zunächst eingehend beschreibt. In der Tat ist er auch in der Lage, fast alle Objekte der Schiaparelli'schen Karte wiederzuerkennen und noch dazu drei

neue Kanäle zu beobachten. — Am 13., 14. und 17. Oktober konnte er deutlich die Wirkung nachweisen, die die auf dem Mars sich befindenden Wolken und Nebel auf die Oberflächenbilder hervorrufen. Am 13. Oktober waren trotz sehr guter Luft auf der Erde die Objekte der Marsscheibe nur ziemlich undeutlich zu sehen, einige Teile, wie die beiden Thyle und der Polarfleck, überhaupt nicht. Am 14. Oktober war es gerade umgekehrt, schlechte terrestrische Verhältnisse (häufig Wolkenschleier), dagegen wunderbar klare Trennung auf dem Mars in dem größten Teil der Kanäle und Flecke, unsichtbar wieder die beiden Thyle, merkwürdig hell die Insel Cimmeria im Mare Cimmerium und einige Kanäle (Electris und Eridania) auffallend breit. Der 16. Oktober entsprach wieder dem 13., namentlich zeigten sich aber in der Gegend des Mare Cimmerium so gewaltige Veränderungen, daß sie nur durch die Annahme von Wolkenbildung sich erklären lassen. Der Polarfleck war auch an diesem und den folgenden Abenden nicht zu sehen. — Am 16. und 18. Dezember beobachtet er Unregelmäßigkeiten an der Lichtgrenze, die ihn zur Annahme von hohen Bergen oder Wolken führen. Deutliche Kanalverdoppelung sieht er nur am Ganges. Einige andere Kanäle erscheinen ihm auffallend breit, so daß er sie für doppelt hält.

Wir haben diese Daten hier wiedergegeben, weil es uns scheint, als ob die Brennerschen Wolkenbeobachtungen dazu dienen können, den Bigourdan'schen Streit aufzuklären. Man braucht sich nur gegenwärtig zu halten, daß zu Zeiten durch Nebel oder Wolken auf dem Mars das an sich unbedeutende Objekt des kleinen Polarflecks verdeckt worden sei. — — —

Über den spektroskopischen Nachweis von Wasser in der Marsatmosphäre entspann sich ebenfalls in diesem Jahr eine heftige Kontroverse.

In den *„Publications of the astr. Soc. of Pacific"*, sowie in *„Astronomy and Astrophysics"* hatte Campbell, damals Astronom, jetzt Direktor der Licksternwarte, einen Artikel folgenden Inhalts veröffentlicht: Da ihm die früher angeführten spektroskopischen Untersuchungen der Marsoberfläche von Rutherford, Secchi, Janssen, Huggins, Vogel, Maunder, durch die man glaubte, andem Planeten eine wasserdampfhaltige Atmosphäre gleich der der Erde nachgewiesen zu haben, nicht einwandfrei erschienen, so beschloß er, unterstützvon den brillanten atmosphärischen und instrumentellen Hilfsmitteln des Obsertvatoriums auf dem Mount Hamilton, eine erneute Untersuchung nach besonderer Methode vorzunehmen. Bekanntlich leuchtet Mars in reflektiertem Licht, sein Spektrum muß also jedenfalls das der Sonne und das der Erdatmosphäre ent, halten. Besitzt der Planet eine der irdischen ähnliche Atmosphäre, so müssen die für diese Erdatmosphäre spezifischen Linien verstärkt hervortreten, besitzt seine Atmosphäre Wasserdampf, so müssen die für den Wasserdampf spezif fischen Linien sich verstärkt zeigen. Als Vergleichsobjekt kann der Mond dienendessen Spektrum jedenfalls nur aus der Kombination Sonnenspektrum + Erdatmosphärenspektrum besteht. Nach sorgfältiger Erwägung teilt Campbell die sonach besonders charakteristischen Linien in einige Gruppen, auf deren Beobachtung er während 10 Nächten vom 29. Juni bis 10. August sein Hauptaugenmerk richtet. Dabei zeigt sich der genau gleiche Anblick im Spektrum von Mond und Mars, wenn beide gleich hoch über dem Horizont stehen. Deutlich zeigt sich, daß die für die Erdatmosphäre charakteristischen Liniengruppen verstärkt sind bei niederem Stande des Mars bezw. des Mondes, schwächer bei hohem Stande über dem Horizont, daß ferner die Wasserdampflinien in beiden Spektren deutlich abhängig sind von der irdischen Luftfeuchtigkeit. Daraus

folgert Campbell mit Bestimmtheit, daß ein Unterschied von 25 % in der Länge der Wege, die die Strahlen beider Körper durch eine Atmosphäre zurückzulegen haben, schon sich deutlich bemerkbar machen würde. Das heißt, wenn bei tiefem Stand des Mondes der Weg durch die Lufthülle der Erde um 25 % größer ist, wie bei hohem Stand, so zeigt sich im Spektrum schon ein merkbarer Unterschied. — Besondere Aufmerksamkeit wurde übrigens den Randgegenden des Mars entgegengebracht, da hier in besonders hohem Maße die Wirkung einer Atmosphäre sich zeigen mußte.

Aus der beobachteten Identität von Mars- und Mondspektrum ergibt sich nun, zumal da das Sonnenlicht die Marsatmosphäre zweimal durchsetzt, daß diese jedenfalls von geringerer Wirkung als $^1/_4$ der Erdatmosphäre sein muß. Wäre sie gleich $^1/_4$ oder mehr, so würde sie sicher beobachtet worden sein. Aus dieser geringen Wirkung der Marsatmosphäre erklärt es sich, daß auf dem Planeten ebenso wie auf dem Mond die Randpartien immer heller erscheinen, als die inneren.

Natürlich traten diesen Ausführungen des amerikanischen Gelehrten alsbald diejenigen Herren entgegen, die seinerzeit solche spektroskopische Untersuchungen gemacht hatten und sich nun durch Campbells Bemerkung getroffen fühlten. Zuerst äußert sich Huggins und verwahrt sich gegen den Vorwurf, daß er sich 1867 durch das Spektrum der Erdatmosphäre habe täuschen lassen. Auch er habe damals das Mondspektrum zum Vergleich herangezogen.

Campbell veröffentlicht jedoch nun einen zweiten Artikel, in dem er den Wunsch ausspricht, daß für die von anderer Seite behauptete Verbreiterung der charakteristischen Atmospbären- und Wasserdampflinien ein zahlenmäßiger Vergleich insofern gegeben werde, als die Stellung des Mondes zugleich bestimmt werde, in der sein Spektrum die gleiche Breite der fraglichen Banden aufweise. Er fordert also die Feststellung, daß das Marsspektrum identisch sei mit dem des um so und so viel Grad tiefer am Horizont stehenden Mondes. Daraus würde man berechnen können, daß das von der Marsoberfläche reflektierte Licht eine Atmosphärenschicht durchlaufen habe, wie sie das Mondlicht in einer entsprechend tieferen Stellung passieren muß.

Inzwischen hat aber Vogel in Potsdam am 15. November von neuem die Untersuchungen wiederholt und seine alten Resultate befriedigt gefunden. Die eine der fraglichen Gruppen von Linien (bezeichnet mit dem Buchstaben δ) fand er sehr deutlich im Marsspektrum, schwach in dem des Mondes, die andere (α) auffallend beim Mars, schwer sichtbar beim Mond. Am 12. Dezember haben auch die Herren Scheiner und Wilsing in Potsdam bei vorzüglich guter Luft die Überzeugung gewonnen, daß die Atmosphärenlinien im Marsspektrum deutlicher hervortraten, wie im Mondspektrum. Dasselbe konnte Herr und Frau Huggins an drei Abenden des November bestätigen. Huggins hatte zudem versucht, das Planetenspektrum zu photographieren, jedoch ohne Erfolg. Dagegen fand er im Marsspektrum noch einige neue Linien heraus, die in dem der Erdatmosphäre fehlten. Er schließt daraus, daß die Marshülle noch ein auf der Erde unbekanntes Element enthalten muß.

Auch Janssen erhebt Widerspruch gegen Campbell in einer Notiz des *Bulletin mensuelle* vom Januar 1895. Noch einmal später, nachdem sich schon Campbell wieder ausgesprochen hat, tritt er in der Pariser Akademie der Wissenschaften am 29. Juli auf und berichtet über die Art und Weise seiner früheren Beobachtungen. Da dieser Bericht eine sehr gute Schilderung des angewandten

Verfahrens und dadurch zugleich eine gute Illustration des ganzen schwierigen Problems gibt, so schalten wir ein Excerpt daraus hier ein.

Zunächst weist er darauf hin, daß die Linien, die bedingt sind von dem in der Erdatmosphäre enthaltenen Wasserdampf, sehr schwer sichtbar und nur bei niederem Stand der Sonne nahe dem Horizont zu beobachten sind. Wenn die Lichtstrahlen unter steilerem Winkel die Atmosphäre durchlaufen, sind diese Linien und Banden nur vermittels besonders feiner Hilfsmittel sichtbar. Nun hat Mars jedenfalls einen noch geringeren Gehalt an Wasserdampf in seiner Atmosphäre und das Studium ist hier infolgedessen noch schwieriger. Aber trotzdem ist es möglich, in folgender Weise die Frage aufzuklären.

Entweder man beobachtet an Punkten und zu Zeiten, wo der Wasserdampf der Erdatmosphäre nur geringe Spuren hervorruft, d. h. auf hohen Bergen und in kalten klaren Nächten. Zudem wendet man sich an Banden, die durch die sonstige Wirkung unserer Atmosphäre möglichst wenig beeinflußt werden. Ist dies nicht möglich, so muß man den Gradunterschied in der Stärke der Banden berücksichtigen, und das ist eine sehr diffizile Aufgabe. Hier muß der Mond als Vergleichsobjekt dienen. — Sehr große Instrumente sind nicht erforderlich, da das schwache Planetenlicht unter keinen Umständen die Auflösung der Banden in ihre feinen Einzellinien, wie bei der Sonne, gestattet. Man muß daher die verschiedenen Liniengruppen im ganzen untersuchen. Diese zeigen aber glücklicherweise eine solche charakteristische Gruppierung, daß sie für einen geübten Beobachter leicht nachzuweisen sind. Nur bei sehr geringer Zerstreuung ist die Identifikation schwierig.

1867 hatte sich nun Janssen eine solche Kenntnis und Erfahrung der Wasserdampflinien erworben, daß er mit seinem Instrument ohne weiteres die typischen Gruppen identifizieren konnte. Nachdem er die Spektra der Planeten Jupiter, Mars, Saturn u. a. untersucht hatte, ging er zum Zwecke weiterer Forschung auf den Gipfel des Ätna bis zu nahe 3000 m Höhe und beobachtete hier vom 12. bis 15. Mai 1867. Beim Durchgang durch den Meridian hatte der Planet eine Höhe von 72° und bei Sonnenuntergang, wo die Beobachtungen begannen, noch von mehr als 60°. In den kalten Nächten hier oben waren die atmosphärischen Bedingungen noch besonders günstig, so daß die charakteristischen Wasserdampflinien in der Erdatmosphäre nicht nachweisbar waren. Zugleich bot der Mond im 1. Viertel und tiefer als Mars stehend ein gutes Vergleichsobjekt. — Damals konnte er, *„faible il est vrai, mais certaine"*, die Gegenwart der betreffenden Gruppen auf dem Mars in der charakteristischen Gestalt nachweisen. Später konnte er in Palermo diesen Nachweis bestätigen, wo ihm Cacciatori sein Instrument zur Verfügung gestellt hatte, und in Marseille mit einem Fernrohr von 80 cm Öffnung. Aber die Ätnabeobachtung ist nach seinem Urteil die wichtigste. Sie ist der erste sichere Nachweis von Wasserdampf auf einem Planeten.

Huggins, Vogel, Janssen haben Campbell mehr oder weniger scharf angriffen, und damit auch nicht der Unparteiische in diesem Streite fehle, tritt noch der Physiker Lewis E. Jewell mit einem Aufsatz: *„The spectrum of Mars"* hervor.

Jewell kennzeichnet die ungeheure Schwierigkeit des Nachweises der Wasserdampflinien in der Atmosphäre selbst mit den besten Instrumenten. Ihm erscheinen infolgedessen die Beobachtungen von Campbell durchaus nicht einwandfrei, zumal da er sie zu einer Zeit anstellte, da die Luft besonders viel

Wasserdampf enthielt. Eher, meint er, würde es möglich sein, die Chlorophyllbanden auf dem Planeten nachzuweisen, falls er eine der irdischen ähnliche grüne Vegetation besitze. Ein erster von W. Pickering daraufhin unternommener Versuch sei missglückt, weil der Planet schon zu weit sich von der Erde bei Beginn der Untersuchungen entfernt habe.

Nun endlich erscheint im Juniheft des *Astrophysical Journal* wieder eine Antwort Campbells, datiert vom 1. Mai 1895. Nachdem er zunächst einige unwesentliche Verbesserungen zu seiner früheren Arbeit vorgebracht hat, wendet er sich gegen die einzelnen Vorwürfe, die gegen ihn erhoben worden sind. Er unterzieht die instrumentellen Hilfsmittel, die ihm und Vogel zu Gebote standen, sowie die atmosphärischen Bedingungen bei beiden Beobachtern einer sorgfältigen Vergleichung. Danach widerlegt er Jewells Bedenken, wonach die Unterscheidung der fraglichen Linien an sich selbst mit ausgezeichneten spektroskopischen Apparaten äußerst schwierig sei und daß namentlich die Feuchtigkeitsverhältnisse seiner Beobachtungszeit besonders ungünstig gewesen seien. Für den ersten Punkt weist er darauf hin, daß ihm vorzügliche Hilfsmittel zur Verfügung standen und er durch viele Übung wohl hinreichende Fähigkeit auch zu diffizilen Beobachtungen erlangt habe. Dem zweiten Punkt tritt er direkt mit den Aufzeichnungen seines Beobachtungsjournals entgegen. Dagegen kann er den Nachweis führen, daß sämtliche früheren Beobachtungen von Huggins, Maunder, Vogel unter weit weniger günstigen Verhältnissen ausgeführt worden sind.

Dann schreibt er: „Professor Vogels neueste Publikation kritisiert meine Beobachtungen in sehr freundlichem Tone, aber scharf. Gleichzeitig aber führt er die Beobachtungen von 1867 bis 77 auf und nimmt ihre Resultate mit der einen kritischen Bemerkung an, daß seine Studien 1873 und die von Maunder 1877 ausgeführt wurden, als Mars in sehr ungünstiger Stellung sich befand. Ich bedaure, daß er die alten Beobachtungen nicht ebenso scharf beurteilt hat wie die meinigen. Wenn diese Untersuchungen nicht physikalischer Natur wären, sondern zu dem Zweck ausgeführt worden wären, um etwa die Variationen von terrestrischen Breitenangaben zu entdecken oder zu einem dem ähnlichen Zweck, so würden sie schon längst mit der äußersten Schärfe analysiert und verglichen worden sein. Sollten wir nicht berechtigt sein, physische Beobachtungen in gleicher Weise zu diskutieren? Eine heilsame Besserung liegt sicher in dieser Richtung schon vor, und von einem rein wissenschaftlichen und unpersönlichen Standpunkt aus wünsche ich die Beobachtungen des Mars von neuem durchzusehen."

So beginnt er denn von neuem, eine Beobachtung nach der andern von der ersten Rutherford'schen im Jahre 1862 an bis zu den neuesten von Huggins und Vogel 1894 zu analysieren und kann in ihnen keinen einwandfreien Nachweis einer einigermaßen beträchtlichen Marsatmosphäre entdecken. Vielmehr kommt er schließlich zu dem Schlußsatz: „Es ist nicht mein Ziel, irgend eine andere Folgerung aus den genannten Beobachtungen zu ziehen als die: Manche von ihnen sind unter sehr ungünstigen Verhältnissen angestellt und unter den verschiedenen Beobachtungsreihen besteht nicht die volle Übereinstimmung, die man zu finden wünschen möchte." — So ist denn der Streit zu Ende gegangen, ohne uns einen sicheren Beweis von der Anwesenheit oder dem Fehlen von Wasserdampf in der Marsatmosphäre zu verschaffen.

Was nun die positiven Oberflächenbeobachtungen aus jenem Jahre anbetrifft, so treten alle andern zurück hinter dem großen Werke Percival Lowell's

auf seiner allein zum Zwecke der Marsforschung bei Flagstaff in Arizona errichteten Privatsternwarte. Lowell hat seine 1894 zusammen mit Pickering und Douglaß angestellten Beobachtungen in einem starken Bande: *„Annals of the Lowell Observatory Vol. I“* 1898 herausgegeben, der bei der Reichhaltigkeit seines Inhalts natürlich in weitestem Maße Anerkennung und Beachtung gefunden hat. Freilich ist ihm gegenüber strengste Vorsicht und Kritik geboten, da er entschieden voreingenommen an das sehr diffizile Problem herangetreten ist. Das Hauptergebnis dieser ganzen Beobachtungsreihe ist die scheinbare Bestätigung seiner Hypothese, daß sich die Flecke auf dem Mars regelmäßig dem Laufe der Jahreszeiten folgend verändern so, wie es geschehen würde, wenn die weißen Polkappen große Schnee- oder Eisfelder wären, die im Frühjahr und Sommer abschmelzen und ihr Wasser über die ganze Planetenoberfläche in einem unendlich kunstvoll verschlungenen Kanalsystem ergießen. Während aber die Wassermassen nicht ausreichen, um ganze Meere zu erfüllen, so vermögen sie doch das Land weithin zu bewässern und eine dichte, uns als Flecken und Streifen erscheinende Vegetation herbeizuführen, zwischen der der trockene, sterile Boden freilich noch in weiten Ausdehnungen hervortritt. Wir halten diesen Nachweis nur für scheinbar erbracht, da er namentlich im Jahre 1896 nicht voll hat bestätigt werden können und auch in zahlreichen Einzelpunkten mancherlei Zweifel und Widersprüche sich geltend machen lassen.

Doch möge es mit dieser kurzen Notiz genug sein, eine eingehende Diskussion würde zu weit führen und kürzere oder längere Referate finden sich in großer Zahl in den astronomischen und naturwissenschaftlichen Journalen. Es möge vielmehr gestattet sein, die wichtigsten Ergebnisse des Jahres 1894 hier zum Schluß in der Form auszugsweise wiederzugeben, wie sie von der englischen astronomischen Gesellschaft in den *Monthly Notices Vol. XV* zusammengestellt sind. Es werden dort folgende Punkte hervorgehoben:

1. Das vollständige Verschwinden des südlichen Polarflecks.
2. Zahlreiche Unregelmäßigkeiten an der Lichtgrenze des Planeten.
3. Eine sehr allgemeine Bestätigung des Schiaparelli'schen* Kanalsystems.
4. Die Verdoppelung einer Anzahl von Kanälen.
5. Die Entdeckung vieler fernerer Kanäle und anderen schwierigen Details, sowie einer Anzahl kleiner dunkler Flecken oder Seen.
6. Der sichere Nachweis von Wolken.
7. Weitere Beweise für tatsächliche Veränderungen.
8. Die Campbell-Kontroverse.

Die Punkte 2 und 5 sind ganz besonders von Lowell bearbeitet worden.

Aus dem Leserkreise.

Beobachtung der Feuerkugel vom 16. November 1902.

Ich befand mich am Sonntag, den 16. November 1902, z. Z., da die Leuchtkugel niederging, in Pichelsdorf in unmittelbarer Nähe einer Balkontüre in einem an der „Scharfen Lanke“ gelegenen Grundstücke. Der Himmel hatte die graublaue Färbung der Dämmerung angenommen, zeigte aber mehr noch Tageshelle, während die Havel mit ihren weidenbegrenzten Ufern sich tiefschwarz abhob.

Ein einziger Stern über uns kündigte den herannahenden Abend. Die Leuchtkugel ging meiner Beobachtung nach kerzengerade herunter zwischen „Weinmeisterhorn“ und der Landzunge von Pichelsdorf. Nach Wahrnehmung der Augen konnte man glauben, sie hätte ihr Ziel in der „Scharfen Lanke“ erreicht. Im Vergleich zu dem Fallen einer Sternschnuppe ging ihr Lauf sehr langsam von statten. Im ersten Augenblick war ich sprachlos, dann machte ich meine Angehörigen aufmerksam, die sich umwandten und noch Fallen und Platzen mitansehen konnten. Dies nur zum Beweise, daß die Dauer des ganzen Aktes doch sicher 4 bis 6 Sekunden in Anspruch nahm. Das Aussehen dieses Himmelskörpers war von einer wunderbaren, leuchtenden smaragdgrünen Farbe, die sich, je mehr sie sich dem Wasser näherte, tiefer färbte. An Größe kam die Feuerkugel meines Dafürhaltens einer Billardkugel gleich, die im Platzen einen herrlichen Kreis silberweißer Strahlen — an elektrische Funken in der Farbe erinnernd — verursachte. Sie zersprang ungefähr — die Höhe einigermaßen anzudeuten — ein Drittel von der Erdoberfläche und zwei Drittel in der Entfernung am Horizonte, oberhalb zweier Baumkronen. Die Kugel schien in nordwestlicher Richtung, vom großen Bären um Hausbreite getrennt, herunter gekommen zu sein.

Mit dem Wunsche, daß diese kleinen Notizen zu einiger Aufklärung dienen mögen, zeichnet Else Radicke.



Zu der am 16. November 1902 beobachteten Feuerkugel wird uns ferner geschrieben:

Der Ort der Beobachtung war Neuenhagen bei Hoppegarten an der Ostbahn. Die Bewegungsrichtung des Meteors war eine nordwestliche, ungefähr in der Richtung: Neuenhagen, Hellersdorf, Marzahn, Hohenschönhausen, Weissensee u. s. w. Sie kann eher noch ein wenig nördlicher gewesen sein, auf keinen Fall aber südlicher, also nicht in der Richtung: Kurfürstendamm-Halensee. Die scheinbare Höhe betrug ungefähr 3 vierstöckige Berliner Häuser. Was mir besonders an diesem Himmelskörper, gegenüber anderen sonst beobachteten ähnlichen Erscheinungen, auffiel, war, daß dieser Körper auf seinem Wege durch die Atmosphäre mehreremale (3mal) aufleuchtete und wieder erlosch, jedesmal hinter sich einen Schweif leuchtender Partikelchen zurücklassend, welche den zurückgelegten Weg kennzeichneten. Die Erscheinung war auffallend lange, und betrug mehrere Sekunden. Die Zeit, zu welcher diese Erscheinung stattfand, war nach 5 Uhr, aber noch vor $^1/_2$6 Uhr abends und kann 5 Uhr 20 Min. gewesen sein.

Berlin. Bruno Weiss.



Kleine Mitteilungen.

Capella war als Doppelstern durch die spektroskopischen Untersuchungen*) auf der Sternwarte zu Cambridge unzweifelhaft erkannt worden. Zwei Sterne, von denen der eine seinem Spektrum nach der Sonne ähnlich ist, während der andere dem Procyon ähnelt, bewegen sich um den gemeinsamen Schwerpunkt in einer Periode von 104 Tagen, das lehrten die Veränderungen im Spektrum der Capella. Es ließ sich nun, nach den Dimensionen der von den beiden Komponenten

*) Vergleiche: Weltall Jg. 3, S. 118.

beschriebenen Bahnen und nach unserer Kenntnis der Parallaxe der Capella, vermuten, daß man zu den Zeiten, wo die beiden Sterne in größter Entfernung von einander stehen, bei hinreichender Vergrößerung Capella wenigstens etwas länglich sehen würde. Prof. Hussey hat deshalb mit dem Riesenrefraktor der Licksternwarte Capella gerade zu den Zeiten beobachtet, an denen die beiden Komponenten in größter Degression standen. Trotzdem er aber gewaltige Vergrößerungen — bis zu 2600fach — anwandte, blieb das Bild des Sterns vollkommen rund, keine Spur einer Verlängerung war sichtbar, obwohl die Luft so klar war, daß eine Verlängerung des Bildes von einer Zehntel-Bogensekunde bereits bei tausendfacher Vergrößerung sichtbar gewesen wäre. Auch die Benutzung farbiger Blendgläser zur Abschwächung des Lichtes brachte kein besseres Ergebnis. Es ist vielleicht die bisher angenommene Parallaxe der Capella von reichlich 0,1 Bogensekunden zu groß. Ihre Bestimmung kann möglicherweise durch etwas veränderliche Eigenbewegung des Sterns beeinflußt worden sein. Hn.

* * *

Über seltene Konjunktionen im Jupitersystem berichtet Ph. Fauth in den A. N. No. 3846. Da die Bahnen der vier hellen Jupitermonde fast in einer Ebene liegen, so müssen die Monde untereinander häufig Bedeckungen herbeiführen. Ph. Fauth hat tatsächlich seit dem 7. Oktober 1902 fünf solcher Bedeckungen beobachtet, welche für mannigfache Untersuchungen eine wichtige Grundlage bieten. Wenn es nicht zu einer Bedeckung kommt, so sind wenigstens oft die Berührungen zu beobachten. Es genügen schon kleinere Instrumente zur Wahrnehmung der Phasen. Bei den langsamer laufenden äußeren Monden wird eine solche Bedeckung natürlich mehrere Minuten dauern, so daß man gut tut, die verschiedenen Phasen der Bedeckung in ihren Zeitmomenten zu notieren und hieraus den Mittelwert zu bilden. F. S. Archenhold.

* * *

Spektroskopischer Doppelstern η Orionis. Eine riesige Geschwindigkeit, 145 km mindestens, besitzt nach den Untersuchungen von W. S. Adams (Astrophys. Journal 1900) der helle Stern des spektroskopischen Systems η Orionis. In nur 8,0 Tagen legt der Stern seinen kreisförmigen Weg von 100 Mill. Kilometer Länge zurück. Diese Zahl gilt nur für den Fall, daß die Bahn senkrecht stünde zur Himmelsfläche. Liegt sie schräg, so ist der Weg noch viel länger, z. B. beträgt er bei einer Neigung von 45° 141 Mill. Kilometer und die Geschwindigkeit in einer Sekunde 204 Kilometer. Die Masse des Systems muß die unserer Sonne erheblich übertreffen. η Orionis ist auch ein optischer Doppelstern, bestehend aus zwei Gliedern 4. und 6. Größe, von denen also das hellere abermals (und zwar spektroskopisch) doppelt ist. A. Berberich.

* * *

Ein neuer veränderlicher Stern mit sehr kurzer Lichtwechselperiode wurde in Potsdam von den Herren G. Müller und P. Kempf entdeckt. Zwar kennt man schon eine große Anzahl von Sternen mit sehr raschem Lichtwechsel, dieselben finden sich aber mit verhältnismäßig seltenen Ausnahmen nur in Sterngruppen. So sind in dem südlichen Sternhaufen ω Centauri unter 3000 Sternen 130 Veränderliche entdeckt worden, deren Lichtschwankung sich in 7 bis 21 Stunden abspielt. Unter den freistehenden Sternen besitzt S Antliae die kürzeste Periode mit 7 Stunden 46,8 Minuten. Der neue Variable, zwischen den Sternen ϑ und ν im großen Bären stehend, durchläuft alle Stufen des Lichtwechsels in nur vier Stunden (genauer $4^h\ 0^m\ 12{,}8^s$). Von einem Maximum 7,9. Größe sinkt er erst langsam, dann rascher zur halben Helligkeit, einem Minimum 8,6. Größe herab, um sofort wieder symmetrisch zur Abnahme aufzuleuchten. Das Licht bleibt keine Viertelstunde lang konstant im Gegensatz zu den Sternen vom Algoltypus, deren für gewöhnlich unverändertes Volllicht nur relativ kurze Zeit hindurch eine Schwächung erfährt. Somit gehört der neue Veränderliche nicht zu diesem Typus. Die Entdecker halten es für möglich, daß der Stern aus zwei sich berührenden Körpern besteht, eine ei- oder hantelförmige Figur bildend, die um eine durch die Berührungsstelle gehende Axe sich dreht. Das Doppelgestirn wendet uns dann abwechselnd eine breite und eine schmale Fläche zu und erscheint in jener Lage heller, in dieser schwächer.

Bedenkt man den Einfluß der Zentrifugalkraft auf die Beständigkeit eines rotierenden Körpers, so kommt man zu der Folgerung, daß eine nur vierstündige Drehung nur bei einem sehr kleinen Körper möglich ist. Damit ein solch kleines Gestirn uns noch als Stern 8. Größe sichtbar sein kann, muß es uns verhältnismäßig recht nahe stehen. Eine beträchtliche Eigenbewegung besitzt der Stern jedenfalls nicht; stünde er in der normalen Entfernung der Sterne 8. Größe, so müßte man nach einer anderen Ursache des Lichtwechsels suchen, als die eben erwähnte — vielleicht spielen Gezeiten in der Atmosphäre des Sterns eine Rolle.

Der Ort des Sterns ist für 1900: AR = $9^h\ 36{,}7^m$, Deklination = + 56° 25′.

A. Berberich.

Über eine große, praktisch fehlerfreie Mikrometerschraube von M. Wolz in Bonn zur Untersuchung photographischer Gitter, berichtet der Direktor der Bonner Sternwarte, Herr Professor Küstner, in den Astr. Nachr. No. 3846, die an einem Repsold'schen Meßapparat für photographische Platten zur Prüfung von Teil- oder Projektionsfehlern der aufkopierten Gitter mit bestem Erfolg benutzt worden ist. Herr Wolz hat diese Schraube nach einem Verfahren hergestellt, welches dem im Kayser'schen „Handbuch der Spektroskopie" beschriebenen Rowland'schen nachgebildet ist. Die periodischen Fehler dieser Schraube, welche Herr cand. Zurhellen untersucht hat, sind so gering, daß sie praktisch vernachlässigt werden können.

* * *

Auffindung eines Exemplars der „Astronomiae instauratae mechanica" von Tycho Brahe im Haynald-Observatorium. Folgende briefliche Mitteilung von Herrn Pater Fenyi, Direktor des Haynald-Observatoriums in Kalocsa (Ungarn) an unser Ehrenmitglied Herrn Professor Weinek, Direktor des K. K. Observatoriums in Prag, die uns letzterer gütigst zur Veröffentlichung überlassen hat, dürfte unsere Leser interessieren:

„Bei dieser Gelegenheit teile ich zugleich mit, daß eine Prachtausgabe der Astronomiae instauratae mechanica von Tycho Brahe 1598 hier in der erzbischöflichen Bibliothek aufgefunden wurde, von welchem ich vermute, daß es dasselbe Exemplar sei, welches dem Kaiser Rudolf selbst überreicht wurde, später den Jesuiten übergeben worden und nach der Aufhebung des Ordens durch Versteigerung zum Erzbischof gelangt sei."

Der verstorbene Kardinal Haynald, der in Kalocsa die Sternwarte erbaute, war ein eifriger Sammler, weshalb die Annahme Fenyis nicht unwahrscheinlich sein dürfte.

* * *

Versuche über Raumtelegraphie, welche Herr G. Marconi anstellte, haben zu dem überraschenden Ergebnis geführt, daß die Signale, welche während der Nachtzeit gegeben wurden, bis 1551 Meilen gleich stark blieben, ja bis zu 2099 Meilen noch zu entziffern waren, während am Tage die Signale bei einer Entfernung von 700 Meilen vollständig aufhörten. Diese Versuche wurden angestellt in der Zeit von Ende Februar bis Anfang März, wo also in den Morgenstunden das Licht sehr schnell zunimmt und somit der Beweis erbracht wurde, daß die Sonnenstrahlen eine entladende Wirkung auf negativ elektrisierte Körper ausüben. Angestellt wurden die Versuche zwischen Podhu an der Küste von Cornwall und einem Schiffe. Der Geber hatte die übliche Marconische Einrichtung, doch konnten die Drähte auf viel höhere Potentiale geladen werden, so daß bei der Übertragung, bei Erdung, Funken von 30 cm Länge erzielt wurden. Der Empfänger war gleichfalls der Marconische, seine Drähte hatten eine Höhe von 60 m über der Meeresoberfläche. Die Signale wurden auf einem Morseapparat registriert. Laut einem Berichte in „Proceed. of the Royal Soc." 1902. vol. LXX sollen die Beobachtungen fortgesetzt werden. F. S. Archenhold.

* * *

Unsere Beilage: „Nachdencklich dreyfaches Wunderzeichen" bringt dreierlei Erscheinungen in einen Zusammenhang, die nichts miteinander zu tun haben. I. Der Komet soll in Schottland im Jahre 1697 mit einem 10—11 Grad langen Schweif, der doppelt war, gesehen worden sein. II. Die Feuerkugel ist am 4. Nov. 1697, abends 6—7 Uhr, in Lübeck und Hamburg beobachtet. III. Die Fontange-Mißgeburt soll am 15. Okt. 1697 in Buchholtz, unweit Annaberg zur Welt gekommen sein. — Solche Flugblätter sind in früheren Zeiten in großer Zahl verbreitet, aber nur selten aufgehoben worden. Das vorliegende hat im Original, das jetzt im Besitz des „Astronomischen Museums" der Treptow-Sternwarte ist, die doppelte Größe der Reproduktion und ist vorzüglich erhalten. Ich habe es von der Max Harrwitz'schen Buchhandlung zu Berlin für unser Institut erworben. Bei Drugulin hat das Blatt die Nr. 3520. Wenn auch der Text solcher Flugblätter uns heute nur ein Lächeln abgewinnen kann, so sind die Daten und Abbildungen oft nicht ohne Wert. F. S. Archenhold.

Bücherschau.

Publikationen der Sternwarte des eidgen. Polytechnikums zu Zürich. Band III. Herausgegeben von A. Wolfer, Professor der Astronomie und Direktor der Sternwarte. Zürich 1902. Druck von Schulthess & Co.

Jeder Freund der Astronomie kennt die mehr als vier Jahrzehnte umfassenden Bestrebungen Rudolf Wolfs, die Sonnenphysik durch unausgesetzte, methodische Beobachtung der Oberfläche dieses Gestirnes zu fördern; Arbeiten, die auch von manch' schönem Erfolge gekrönt waren. Als sich des Unermüdlichen Auge schloß, nahm sein bisheriger Assistent, Professor Wolfer, die

Tätigkeit des Vorgängers mit gleichem Eifer auf, wesentlich unterstützt durch den Umstand, daß die Züricher Sternwarte, die ursprünglich nur Unterrichtszwecken hatte dienen sollen, mehr und mehr der höheren Aufgabe einer selbständigen Pflegestätte der Wissenschaft angepaßt worden ist.

Mit größter Ausführlichkeit wird uns ein Verzeichnis aller der Gruppen von Flecken, Fackeln und Protuberanzen vorgelegt, welche sich in 39 Rotationsperioden der Sonne auf deren Oberfläche bemerkbar gemacht haben. Die Beobachtungszeit reicht vom 26. Januar 1893 bis zum 19. Dezember 1895, so daß also das Tätigkeitsmaximum des Jahres 1894 noch mit inbegriffen ist. Nur gelegentlich ließ sich Herr Wolfer in den Beobachtungen durch seine Assistenten Fauquez und Hoeffler vertreten. Für jede Umdrehungsperiode wurde nach dem Texte ein das Aussehen der Sonne darstellendes Kärtchen konstruiert, welches die Flecke schwarz, die Fackeln blau, die Protuberanzen aber rot wiedergibt; so zwar, daß man den roten Strichen sofort nach einfachem Schlüssel entnehmen kann, wie sich auf einer Basis von gegebener Breite eine Auszackung von bestimmter Höhe erhob. Eine Vergleichung der Flecke und Fackeln läßt darüber keinen Zweifel, daß gerade die letzteren das charakteristischere Merkmal der solaren Äquatorialzone sind, und daß ihnen, wie dies die Astrophysik ja vollkommen anerkannt hat, erhöhte Aufmerksamkeit zugewendet werden muss. Bezüglich der Protuberanzen wurden auch noch die Beobachtungen von Rom, Catania und Odessa beigezogen.

Während ein Sonnenfleck nur ausnahmsweise noch als solcher erkennbar bleibt, wenn er nach einer halben Umdrehung am andern Rande wieder zum Vorschein kommt, ist es, wie wir erfahren, keine Seltenheit, daß sich die Konstanz einundderselben Fackelgruppe durch sechs, acht und mehr Rotationen hindurch verfolgen läßt. In den Fackeln ist mithin das Element der Stabilität zu erblicken. Daß sich die Gruppen gegen den Parallel zu neigen scheinen, ist eine einfache Folge des Rotationsgesetzes. Das gesellige Auftreten der Wasserstoffprotuberanzen, von denen deren metallische Gefährten durch eine besondere Signatur geschieden wurden, tritt in den Diagrammen ebenfalls deutlich hervor; auch diese Gebilde sind vielfach dauerhafter, als man gemeinhin annimmt. Zwei Ansammlungen nichtmetallischer Protuberanzen in hohen heliographischen Breiten dürften, jede für sich, fast ein volles Jahr fortbestanden haben, indem ihnen allerdings eine — von der allgemeinen Rotationsbewegung unabhängige — Eigenbewegung und Ortsveränderung zukam. Der für letztere von Wolfer berechnete Betrag läßt sich mit den empirischen Formeln von Spoerer und Dunér nicht in Einklang bringen. Von 315 metallischen Protuberanzen, die zur Notierung gelangten, lagen 274, d. h. fast 90%, innerhalb von Fleckengruppen oder doch in deren allernächster Nähe, und gegen 10% in Fackelgruppen; damit ist die Wahrscheinlichkeit, daß die einzelnen Offenbarungen der in der Photosphäre wirkenden Agentien auch ursächlich etwas mit einander zu tun haben, eine sehr erhöhte geworden, indem nur das ausströmende Wasserstoffgas sich anscheinend an keine feste Regel bindet. Jene sind auch in den Polarkalotten häufig. Die hie und da gehegte Ansicht von innigen Beziehungen zwischen Fackeln und Gasprotuberanzen muß als ganz unhaltbar aufgegeben werden. Wie man aus den mitgeteilten Einzelheiten ersieht, genügt schon eine verhältnismäßige kurze, aber um so systematischere Beobachtungsreihe, um uns mit Gesetzmäßigkeiten von größerer Tragweite bekannt zu machen.

München. S. Günther.

* * *

R. Etzold (Astronom in Lössnitzgrund b. Dresden), **Zeitbestimmung mittels des Passage-Instrumentes.** Mit 37 Figuren. Leipzig 1901. Verlag von Wilhelm Diebener.

Für Bewohner aller Orte, an denen keine genauen Normaluhren die Zeit zuverlässig angeben, ist es erwünscht, selbst astronomische Zeitbestimmungen vorzunehmen, um ihre Uhren hiernach regulieren zu können, und so den Zeitangaben ihrer Beobachtungen die Genauigkeit zu geben, welche für eine Benutzung derselben notwendig ist. Vielen Amateur-Astronomen, Uhrmachern, Lehrern der Naturwissenschaften an höheren und niederen Schulen, Technikern, etc., dürfte daher die vorliegende Etzold'sche Schrift sehr erwünscht sein, welche alles zusammenstellt, was für die Bestimmung der Zeit mittels eines Passage-Instruments und einer geeigneten Uhr nötig ist.

In dem ersten Teil behandelt der Verfasser die Ortsbestimmungen der Gestirne, die verschiedenen Zeitarten, die astronomischen Jahrbücher, die Verwandlung von Bogen in Zeit, sowie auch die Ortsbestimmungen mittels Landkarte. Alsdann wird eingehend das Passage-Instrument, speziell das neue Heyde'sche, und die Aufstellung desselben beschrieben, und an Beispielen die Zeitbestimmung durch Beobachtungen der Sonne mittels dieses Instrumentes erläutert.

Im zweiten Teil wird die Strahlenbrechung und Parallaxe, wie die genaue Bestimmung der Zeit durch Beobachtung von Fixsterndurchgängen behandelt. Der Verfasser schöpft aus eigener Praxis und versteht es besonders, all die kleinen Handgriffe und Schwierigkeiten, welche bei der

Beobachtung auftreten, klar und lichtvoll darzustellen. So bietet die Schrift von Etzold das Wissenswerte für die Zeitbestimmung, was sich sonst der Leser nur mit Mühe aus den umfangreichen Spezialwerken zusammenstellen kann, hier wohlgeordnet und übersichtlich dar, so daß wir allen, die sich mit diesem Gebiete befassen, das Werk aufs beste empfehlen können.

F. S. Archenhold.

Personalien.

Dr. J. Hartmann, Observator am astrophys. Observatorium in Potsdam ist zum Professor ernannt.

Dr. H. J. Klein in Köln a. Rh., bekannt als astronomischer Schriftseller, ist das Prädikat Professor erteilt worden.

Privatdozent **Dr. K. Hildebrand** in Wien ist zum außerordentlichen Professor der Astronomie an der Universität Graz ernannt worden.

Fragekasten.

Oberleutnant W. Es ist keineswegs berechtigt, die Temperatur von 8 Uhr Vorm. als Tagesmittel anzunehmen, auch das Mittel zwischen Maximum und Minimum ist nicht das Tagesmittel. Bei Registrier-Thermometern ist es einfach so zu finden, daß man für jede Zeit die Temperatur summiert und durch die Anzahl der Zeiten dividiert. Es hat sich für die Bildung des Tagesmittels folgende empierische Formel herausgestellt: Bei uns in Deutschland geschehen die regelmäßigen Ablesungen der Temperatur um 7 Uhr morgens, 2 Uhr mittags und 9 Uhr abends. Bei Bildung des Mittels muß aber die Temperatur um 9 Uhr doppelt gezählt werden, so daß die Formel heißt: 7 Uhr plus 2 Uhr, plus 2 mal 9 Uhr, dividiert durch 4. Am 28. Dezember 1902 z. B. ergab sich: 6^0,2 (Temperaturablesung um 7^h morgens) plus 7^0,0 (Temperaturablesung um 2^h nachm.) plus 2 mal 5^0,6 (Temperaturablesung um 9^h abends) = 24^0,4 : 4 = 6^0,1.

E. Sp. in L. Die maximale Linearvergrößerung unseres Fernrohres der Treptow-Sternwarte ist 6000, die entsprechende Vergrößerung bei der Lick-Sternwarte beträgt nur 4500.

Eine Division der wirklichen Entfernung eines Beobachtungsobjektes durch die lineare Vergrößerung ergibt als Resultat die Entfernung, bis auf welche das Beobachtungsobjekt herangezogen wird. Es würde z. B. der Mond bei Anwendung von 6000facher Vergrößerung so erscheinen, wie er dem bloßen Auge in einer Entfernung von 50 000 deutschen Meilen, dividiert durch 6000 = $8^1/_3$ deutsche Meilen erscheint.

Herrn Ingenieur **Fahtenkamp** bitten wir, um ihm bezgl seines Manuskriptes Nachricht geben zu können, um Angabe seiner Adresse.



Neuntes Verzeichnis von Beiträgen zur Errichtung der Vortragshalle der Treptow-Sternwarte.

124. Carl Schwartz, Berlin	100,— M.	130. Ober-Justizrat Frech, Berlin	10,— M.
125. Carl Morgenstern, Berlin	25,— -	131. Dr. Hans Ruge, Berlin	3,— -
126. Dr. Lazarus, Berlin	20,— -		198,— M.
127. Otto Mosich, Berlin	20,— -	Die Summe der früheren Spenden	
128. Prof. Kny, Berlin	10,— -	betrug:	10 505,50 -
129. Stadtrat Mugdan, Berlin	10,— -	Insgesamt:	10 703,50 M.

Allen freundlichen Zeichnern sprechen wir den wärmsten Dank für diese Betätigung ihres Interesses aus. Weitere Beiträge nimmt die „Deutsche Genossenschaftsbank von Soergel, Parrisius & Co., Berlin W, Charlottenstraße 35a“ und die „Deutsche Bank, Depositen-Casse A, Berlin W., Mauerstraße 28-32“, entgegen.

Für die Schriftleitung verantwortlich: F. S. Archenhold, Treptow-Berlin; für den Inseratenteil: C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin W
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

Doppelbeilage zur illustrierten Zeitschrift für Astronomie u
(zu F. S. Archenhold: Über die bevorsteh

Die totale Mondfinste



$8^h\ 45^m\ 41^s - 46^s$



$8^h\ 55^m\ 46^s\ \ 56^s$

Photographiert von F. S. Archenhold mit d

is am 22. April 1902.



$9^h\ 49^m\ 33^s - 36^s$



$10^h\ 3^m\ 36^s - 56^s$

m grossen Refraktor der Treptow-Sternwarte.

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

3. Jahrgang. Heft 13. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte. **1903 April 1.**

Verlag von C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin.

Diese Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. — Abonnementspreis vierteljährlich Mark 2.— (Ausland Mark 2.50), einzelne Nummer 50 Pfg. franko durch den Verlag, Berlin W. 35, Schöneberger Ufer 43, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungspreisliste 8344).

Anzeigen-Gebühren: Die einspaltige Petitzeile 40 Pfg. 1/1 Seite 60.—, 1/2 Seite 30.—, 1/4 Seite 15.— Mk. Bei Wiederholungen Rabatt.

INHALT.

Über die bevorstehende fast totale Mondfinsternis am 11./12. April 1903.

Als erste sichtbare Finsternis findet in diesem Jahre in der Nacht von Sonnabend, den 11. April zu Sonntag, den 12. April eine nahezu totale Mondfinsternis statt.

Der Verlauf der totalen Mondfinsternis am 22. April 1902
photographiert von Paul Michaelis.



8^h48 55 9^h2 9 15 21 27 35 41 47 53 58^m

Fig. 1.

Bei der totalen Mondfinsternis am 22. April 1902 habe ich, wie schon früher berichtet (Weltall Jg. 2, S. 179 und S. 194) eine Reihe von Aufnahmen mit dem großen Fernrohr gemacht, von denen freilich bisher nur eine, welche in der Mitte des Freiwerdens lag, im „Weltall" reproduziert worden ist. Heute führen wir dem Leser in der Doppelbeilage weitere 4 Aufnahmen vor, von denen die beiden

ersten kurz nach dem Ende der Totalität und die beiden späteren in der Zeit der letzten Berührung des Mondes mit dem Kernschatten der Erde aufgenommen sind. Während die frühere Abbildung in Jg. 2, Heft 15, um die Hälfte verkleinert war, zeigen die heute wiedergegebenen Abbildungen nur eine Verkleinerung um ⅓ auf ⅔ der Originale.

Wir bemerken, daß natürlich manche Einzelheiten der Originalplatten bei der Reproduktion verloren gegangen sind. Man wird aber noch deutlich die einzelnen Meeresflächen und Krater trotz der Vollmondbeleuchtung erkennen. Bei den beiden letzten Aufnahmen ist die schon frei gewordene rechte Hälfte des Mondes in der Reproduktion abgeschnitten. Auf der linken Seite sieht man deutlich die verdunkelnde Wirkung des Halbschattens.

Ich hatte auf der oberen Plattform der Treptow-Sternwarte vor der Verfinsterung abends praktische Übungen abgehalten und hat ein Zuhörer, Herr Paul Michaelis, mit einem kleinen Objektiv, einem Bistigmat No. 2 auf einer Platte den Verlauf der Verfinsterung photographiert (Fig. 1). Ich erinnere daran, daß bei dieser Verfinsterung eben nur das Freiwerden des Mondes beobachtet

Probeaufnahme zur Auffindung der Expositionszeit.



Fig. 2.

werden konnte, da der Mond vorher noch unter dem Horizont stand. Wer solche Aufnahmen bei der bevorstehenden Finsternis machen will, tut gut, vorher durch Probeaufnahmen die Expositionszeit und die Zwischenzeiten der einzelnen Aufnahmen bei seinem Apparat auszuprobieren. Wir sehen in Fig 2 eine solche Probeaufnahme von Herrn Michaelis, welche er vorher bei den Übungen aufgenommen hat. Hier ist der Mond auf derselben Platte 4^s, 3^s, 2^s etc. lang exponiert, wodurch sofort ersichtlich ist, bei welcher Expositionszeit er am schärfsten herausgekommen ist. Es darf nur nicht vergessen werden, den Apparat auf „Unendlich" einzustellen.

Bei der bevorstehenden Finsternis bleibt nur der äußerste nördliche Rand der Mondscheibe erleuchtet. Die Größe der Verfinsterung in Teilen des Monddurchmessers ist = 0,973.

Der Anfang der Finsternis ist am 11. April $11^h\,34^m$ abends, M. E. Z.
Die Mitte „ „ „ „ 12. „ $1^h\,13^m$ morgens „ „ „
Das Ende „ „ „ „ 12. „ $2^h\,52^m$ „ „ „ „

Der Positionswinkel des Eintritts vom Nordpunkt gezählt beträgt 135°
„ „ „ Austritts „ „ „ „ 258°

Die Finsternis wird sichtbar sein im größten Teile Asiens, im indischen Ozean, in Europa, Afrika, Amerika und im atlantischen Ozean.

Da der Mond am Tage der Verfinsterung bereits um $6^h\ 31^m$ aufgeht und erst am 12. April morgens um $5^h\ 30^m$ untergeht, so wird die Finsternis bei einem Stande des Mondes von etwa 30° über dem Horizont vor sich gehen und verhältnismäßig gut zu beobachten sein.

Der Mond steht im Sternbild der Jungfrau, in unmittelbarer Nähe der Spica, nur um einige Grade höher. Zur besseren Orientierung führen wir hier die Rektaszension und Deklination beider Gestirne an:

Mond: Rekt. = $13^h\ 17^m\ 16{,}6^s$, Dekl. = $-\ 7^\circ\ 41'\ 17{,}4''$.
Spica: Rekt. = $13^h\ 20^m\ 5^s$, Dekl. = $-\ 10^\circ\ 39'\ 19''$.

Auch der Mars, dessen Rekt. = $12^h\ 12^m\ 55^s$, Dekl. = $+\ 1^\circ\ 31'\ 36''$ an diesem Abend sein wird, steht nicht weit vom Monde ab. Man wolle also besonders darauf achten, daß die beiden Gestirne Mars und Spica bei der größten Phase der Verfinsterung sehr hell escheinen werden und mit dem Freiwerden des Mondes allmählich wieder matter werden. Der Mars steht an diesem Abend gerade in der Verbindungslinie zwischen Spica in der Jungfrau und Denebola im Löwen. Während der Verfinsterung rückt der Mond von Süd nach Süd-Süd-West, bleibt aber immer in ca. 30° Höhe. Wer mithin die Mondfinsternis verfolgen will, muß sich den Standpunkt zur Beobachtung so aussuchen, daß er am Südhimmel, zwischen 25 und 30° Höhe, den Horizont frei hat.

Sehr wichtig ist die Festlegung der auftretenden Farben in dem verfinsterten Teile des Mondes. Nur selten ist dieser ganz dunkel während der Totalität. Es kann freilich vorkommen, daß er für das freie Auge vollständig verschwindet. Kepler und Hevel erwähnen solche Fälle. Zumeist glüht jedoch der verfinsterte Teil in kupferroter Farbe; die Ränder nehmen auch blaue Färbung an. Bei jeder Verfinsterung treten diese Farben verschieden auf, was der Beobachtung einen gewissen Reiz verleiht. Wenn die Gegenden der Erde, die von den Sonnenstrahlen tangiert werden, klare und wolkenlose Atmosphäre haben, so treten die Farben rein auf, sonst geht das Rot in ein schmutzig Grau über und das Blau verschwindet ganz. Bei sehr klarer Luft ist auch schon die Fortsetzung des Erdschattens außerhalb der Mondscheibe gesehen worden bis um $^1/_6$ Mondhalbmesser vom Rande entfernt. Es wäre nicht undenkbar, daß bei einer feinen Nebelschicht in unserer Atmosphäre der Erdschatten sich auf ihm abhebt. Man achte also auch auf Helligkeitsunterschiede zwischen dem inneren Teil und der äußeren Begrenzung des Erdschattens.

Weshalb der Erdschatten bei allen Mondfinsternissen größer beobachtet wird als er der Rechnung nach sein sollte, ist früher schon eingehend von Herrn Prof. Leman, Jg. 2, S. 101 erörtert worden. Für die photographischen Aufnahmen empfiehlt es sich, orthochromatische Isolarplatten zu verwenden, besonders, wenn es sich darum handelt, auf ein und derselben Platte den Verlauf der Finsternis festzuhalten. Man sorge nur für eine möglichst erschütterungsfreie Aufstellung der Camera und probiere vorher aus*), daß trotz der Fortbewegung des Mondes das Bild immer die Platte trifft. F. S. Archenhold.

*) Praktische Übungen finden auch in diesem Jahre wieder einige Tage vorher auf der Plattform der Treptow-Sternwarte statt.



Das System der Saturnsmonde.

Von A. Berberich.

Die „Königliche Astronomische Gesellschaft" in London hat in ihrer diesjährigen Generalversammlung am 13. Februar die Goldene Medaille Herrn Professor Hermann Struve in Königsberg verliehen als Anerkennung für seine zahlreichen Beobachtungen und umfassenden Berechnungen über die Bewegungen der Saturnsmonde. Im folgenden soll die hohe Bedeutung dieser Arbeiten für unsere Kenntnis des Trabantensystems jenes fernen Planeten kurz dargelegt werden.

Prof. Struve hat seine Beobachtungen in den Jahren 1886 bis 1892 mit dem 30zölligen Refraktor der russischen Hauptsternwarte zu Pulkowa angestellt. Es gehört immerhin schon ein gutes Fernrohr dazu, wenn man alle acht Saturnsmonde, von denen der schwächste wenig heller als 14. Größe ist, sehen will, gute Messungen ihrer Stellungen erfordern schon ein sehr großes Teleskop. Deshalb beteiligen sich auch nur wenige Sternwarten an derartigen Beobachtungen, die in mehrfacher Hinsicht sehr wichtig sind. Erstens lehren sie uns die Bahnen der einzelnen Trabanten kennen. Zweitens lassen sich aus den fortwährenden Änderungen dieser Bahnen nicht nur die Massen der Monde berechnen, sondern auch die Masse, die in den Saturnsringen enthalten ist, sowie der Betrag der Abplattung des Planeten. Die Umlaufszeiten, Entfernungen und Massen der Monde bestimmen drittens die Masse des Saturn. Jene theoretisch ermittelte Abplattung kann in Verbindung mit den gemessenen Saturnsdurchmessern und der Umdrehungszeit zu einer wenigstens ungefähren Kenntnis der Massenverteilung im Innern des Planetenballes führen. Es stehen somit manche interessante Fragen in enger Beziehung zur Erforschung der Trabantenbahnen. Aber auch die Schwierigkeit der Messungen jener kleinen Gestirne, deren Wahrnehmbarkeit durch den hellen Glanz des großen Planeten stark beeinträchtigt wird, ist nicht zu unterschätzen und sehr weitläufig und mühevoll sind die anschließenden Berechnungen; es waren meistens Gleichungen mit zwölf Unbekannten aufzulösen!

Die von Prof. Struve berechneten Umlaufszeiten und mittleren Abstände, diese in Halbmessern des Saturnsäquators ausgedrückt, lauten für die acht Monde:

Mond:	Umlaufszeit:				Abstand:	
I. Mimas	0 Tage	22h	37m	5,3s	3,07	(2,95)
II. Enceladus	1	8	53	6,8	3,94	(3,86)
III. Tethys	1	21	18	26,2	4,87	(5,05)
IV. Dione	2	17	41	9,5	6,25	(6,60)
V. Rhea	4	12	25	12,2	8,73	(8,64)
VI. Titan	15	22	41	27,0	20,22	(19,35)
VII. Hyperion	21	6	38	23,9	24,49	(25,32)
VIII. Japetus	79	7	56	23	58,91	(56,71)

Umlaufszeit und Bahnhalbmesser sind die beiden beständigsten Bahnelemente, indessen kommt es in diesem Trabantensystem doch mehrfach vor, daß eine Periode bald etwas länger, bald wieder etwas kürzer ist. Die Ursache dieser von Herrn Struve entdeckten Beschleunigungen und Verzögerungen liegt in dem Umstande begründet, daß zwischen den Umlaufszeiten der einzelnen Monde einfache, durch kleine ganze Zahlen ausdrückbare Verhältnisse herrschen. So ist die Umlaufszeit von Mimas (I) die Hälfte von der der Tethys (III) und die Periode des Encelades (II) die Hälfte der von Dione. Bei jenem Trabantenpaare kehren also nach nahe 45,3 Stunden, bei diesem nach 65,7 Stunden die gleichen gegen-

seitigen Stellungen und damit auch die gleichen Einwirkungen (Störungen) auf ihre Bewegungen wieder. Der eine Trabant wird dann in seinem Laufe beschleunigt, der andre wird verlangsamt. Vollkommen genau sind, wie der Leser sieht, jene Verhältnisse nicht; daher ändert sich die Störung allmählich, sie erreicht einen Maximalbetrag, die Beschleunigung des einen Trabanten geht allmählich in eine Verzögerung über, bis endlich die ursprünglichen Geschwindigkeiten wieder erreicht sind. Bei dem Paare Mimas-Tethys erfordert der Kreislauf dieser Änderungen nach Prof Struves Rechnung 70 Jahre. Andere ähnliche Verhältnisse sind z. B. 5 . IV = 3 . V, 7 . V = 2 . VI und 4 . VI = 3 . VII. Namentlich veranlaßt das letztere Verhältnis in der Bewegung des VII. Mondes Hyperion starke Störungen durch den großen VI. Mond Titan. Die Hyperionbahn ist sehr exzentrisch, so daß die gegenseitige Entfernung beider Monde auf weniger als zwei Saturnshalbmesser herabsinken kann. In der Bewegung des Titan ist die analoge Störung nicht zu merken — die Masse des Hyperion ist viel zu unbedeutend, als daß ihre Anziehungswirkung zur Geltung käme.

Dagegen erlaubten die sonstigen wahrnehmbaren Störungen, die Massen der Trabanten im Verhältnis zu der des Saturn wenigstens angenähert zu berechnen. Interessant ist es, mit den Massen die Helligkeiten zu vergleichen, wie diese durch W. H. Pickering aus Größenschätzungen abgeleitet worden sind. Setzt man voraus, daß alle Trabanten das Sonnenlicht in gleicher Weise zurückstrahlen, also dieselbe Albedo besitzen, so kann man aus dem ziemlich gut bekannten Durchmesser des Titan auch die Durchmesser der übrigen Monde durch einfache Rechnung finden. Eine andere Reihe von Durchmessern ergiebt sich aus den Massen, wenn man bei allen Trabanten die nämliche innere Dichte annimmt. Beide Reihen stimmen durchaus nicht mit einander überein, also ist die eine oder andere Voraussetzung falsch und wahrscheinlich keine von ihnen völlig zutreffend. Folgende Tabelle enthält die von Prof. Struve bestimmten Massen (Einheit ist die Saturnsmasse), die Helligkeitsgrößen und entsprechenden Durchmesser nach Pickering, die unter Annahme gleicher Albedo sich ergebende Dichte (*d*) und umgekehrt die bei Voraussetzung gleicher Dichte erhaltene Albedo (*a*) und die dieser Albedo entsprechenden Durchmesser der einzelnen Monde:

		$a = 1$			$d = 1$	
Trabant	Masse	Gr.	Durchm.	*d*	*a*	Durchm.
Mimas	1 : 13 610 000	12.8.	1000 km	0,04	8,9	340 km
Enceladus	1 : 4 000 000	12,3.	1260 -	0,06	6,2	510 -
Tethys	1 : 907 600	11,5.	1820 -	0,09	4,8	830 -
Dione	1 ; 536 000	11,6.	1820 -	0,16	3,4	990 -
Rhea	1 : 250 000	10,8.	2520 -	1,30	0,8	2750 -
Titan	1 : 4 700	9,4.	4800 -	1.00	1.0	4800 -
Hyperion	?	13,7.	660 -	—	—	(660) -
Japetus	1 : 113 000	11,4.	1900 -	0,66	1,3	1660 -

Die Oberfläche des Titan ist 600 mal kleiner als die des Saturn, der Rauminhalt ist gegen 16000 mal kleiner als der des Planeten. Während dieser ohne Ring in mittlerer Entfernung einem Stern 1. Größe gleicht, leuchtet Titan um $8\frac{1}{2}$ Größen oder 2500 mal schwächer, so daß also ein Oberflächenstück des Mondes vier mal weniger das Sonnenlicht zurückwirft, als eine gleiche Fläche auf dem Planeten. Obige Tabelle läßt erkennen, daß die innern Trabanten viel glänzendere Oberflächen besitzen, am intensivsten strahlt Mimas das Sonnenlicht zurück, doppelt so stark als der Saturn selbst. Im Verhältnis zum Planeten ist

Titan $3^1/_3$ mal dichter; da die mittlere Dichte des Saturn nur $^2/_3$ der Dichte des Wassers ist, haben wir also dem Titan die doppelte Dichte dieses Stoffes zuzuschreiben. Wären die andern Trabanten ebenso dicht, würden sie also die oben angeführten sehr ungleichen Albedowerte besitzen, so kämen ihnen die in der letzten Spalte der Tabelle gegebenen Durchmesser zu. Die wahren Größen liegen wahrscheinlich zwischen den beiden, das eine mal aus der Helligkeit, das andre mal aus der Masse berechneten Werten. Bei der einen Zahlenreihe hätte man es mit so geringen Dichten der innersten Monde zu tun, daß der Bestand dieser kleinen Gestirne gefährdet erscheint. Der innere Zusammenhalt der Teile des Mimas genügte nicht, um den auf eine Zerreißung hinwirkenden Anziehungskräften des Saturn Widerstand zu leisten, der Trabant müßte längst zerfallen sein und den Stoff zu einem weiteren Planetenringe hergegeben haben. Doch kann Mimas auch nicht so klein sein, wie es aus der Annahme gleicher Dichte mit Titan folgt, weil seine sehr beschränkte Oberfläche dann mehr Licht zurückstrahlte, als sie von der Sonne empfängt; die Albedo könnte höchstens gleich der des Enceladus, also 6, sein, die des Titan als 1 angenommen, oder höchstens um ein Drittel größer als die des Saturnballes, der etwa drei Viertel des auftreffenden Sonnenlichts reflektiert. Merkwürdig ist die Tatsache, daß auch bei den Ringen der Glanz, die Albedo, des äußern größer ist als der Glanz des innern, wie auch der I. und II. Jupitermond „weißere" Oberflächen besitzen als der dritte und gar der vierte.

Auch die von Prof. H. Struve für die Masse des Saturn erhaltenen Zahlenwerte, im Durchschnitt 1 : 3495 der Sonnenmasse (genau drei Zehntel der Jupitermasse!), kommen mit sonstigen Bestimmungen dieser Größe gut überein. Die im Äquatorwulste des stark abgeplatteten Planeten enthaltene Masse verrät sich deutlich in verschiedenen gesetzmäßigen Änderungen der Trabantenbahnen. Mit Hilfe der Theorie vermochte Prof. Struve die Abplattung des Saturn so genau zu bestimmen, wenn nicht genauer, als sie aus direkten Messungen an der elliptischen Planetenscheibe herzuleiten ist; sie kann nach diesen Rechnungen nur unbedeutend von 0,103 verschieden sein. Einem Äquatordurchmesser des Saturn von 121000 km, wie ihn Prof. Struve annimmt, würde somit ein Polardurchmesser von 108500 km entsprechen. In gleicher Weise wie die äquatoriale Aufwulstung, müßte auch das Ringsystem die Bewegungen der Trabanten beeinflussen. Je genauer aber diese Bewegungen erforscht werden, desto mehr schwinden die Anzeichen einer Wirkung des Ringes. Daraus folgt, daß die Ringmasse sehr klein sein muß. Prof. Struve gibt dafür als größtmöglichen Betrag 1 : 26700 der Planetenmasse, oder ungefähr ein Sechstel der Masse des Titan, ein Viertel der Masse des Erdmondes. Denkt man sich die in den beiden hellen Ringen verteilten Stoffmassen in zwei Kugeln von der Dichte des Titan vereinigt, so würden diese Kugeln selbst bei größter Rückstrahlungsfähigkeit höchstens in gleicher Helligkeit sichtbar sein wie dieser Hauptmond des Saturn.

Herr Prof. Struve ist auch wiederholt der Frage näher getreten, ob Saturn noch mehr Trabanten besitze als die acht jetzt bekannten. Aber alle schwachen Sternchen, die er in dieser Hinsicht geprüft hat, haben sich als Fixsterne erwiesen. Beim Sonnensysteme hat man die Bahnhalbmesser der Planeten vom Merkur bis zum Uranus ziemlich gut einer regelmäßigen Reihe anzupassen vermocht. Aus einer ähnlichen, von Gaussin 1880 aufgestellten (geometrischen) Reihe würden die in der ersten Tabelle in Klammern beigesetzten Abstände der Saturntrabanten sich ergeben. Die Reihe würde aber zwischen Rhea und Titan

sowie zwischen Hyperion und Japetus noch je zwei Glieder enthalten, deren Abstände vom Saturn 11,3, 14,8, 33,1 und 43,3 Saturnradien wären. Interessant ist die Reihe noch insofern, als die Umlaufszeit von einem zum nächsten Trabanten fast genau auf das $1^1/_2$ fache steigen sollte. Die Nachforschungen Prof. Struves beweisen, daß etwa noch vorhandene Monde äußerst klein sein müssen, schwächer als 15,5. Größe mit Durchmessern von kaum 200 km.

Die Beobachtungen und theoretischen Untersuchungen des Herrn Prof Struve bezeichnen zweifellos einen wichtigen Merkstein in der Erforschung des wundervollen, vielgliedrigen Saturnsystems. Sie bilden zugleich die Grundlage für weitere Arbeiten auf diesem Gebiet, die mit der Zeit zu einer immer genaueren Kenntnis der Größen- und Bewegungsverhältnisse in jenem verkleinerten Spiegelbilde des großen Sonnensystems führen werden. Die Anordnung der Trabanten des Saturn, ihre Massen und Dichten sowie die verschiedenartige Beschaffenheit ihrer Oberflächen sind Dinge, die nicht ohne Bedeutung in Bezug auf die Entwicklungsgeschichte eines Planeten- oder Satellitensystems zu sein scheinen.

Prof. Hermann Struve ist das dritte Glied dieser berühmten Astronomenfamilie, das mit der Goldenen Medaille der „Royal Astronomical Society" ausgezeichnet wurde; vor einem halben Jahrhundert wurde der Großvater, Wilhelm Struve und vor einem viertel Jahrhundert der noch lebende Vater Otto Struve in gleicher Weise geehrt.



Aus der Frühgeschichte der elektromagnetischen Telegraphie.

Von Max Jacobi.

Es ist keineswegs eine Errungenschaft des 19. Säculums gewesen, die Fähigkeiten der Magnetnadel und des Magnetismus im allgemeinen zu der so segensreichen Einrichtung eines blitzschnellen Nachrichtendienstes verwertet zu haben. Auch ist anderseits keineswegs Soemmering als der erste Pionier dieses Kulturgebietes zu betrachten; gegenteils finden sich in längst vergessenen Folianten des 16. und 17. Jahrhunderts mancherlei Hinweise auf die „postalische" Wichtigkeit der magnetischen Eigenschaften*).

So findet sich bereits in Giovanni Battista Portas**) *„Magia Naturalis"* (Neapoli 1588) eine Äußerung, welche auf eine divinatorische Fassungsgabe des gelehrten Autors hinzudeuten scheint. Es heißt nämlich in Kapitel XXI, Buch II, jenes auch heute noch lehrreichen Werkes, nach der Erwähnung der magnetarischen Grundkräfte: „Endlich reden sie (d. h. zwei Magnetnadeln) infolge seiner

---

*) Eine wertvolle Studie zur Frühgeschichte der Telegraphie lieferte Timoteo Bertelli im *„Bulletino Boncompagni"* Roma 1868. Weiteres ersehe man aus „Poggendorfs Geschichte der Physik" 1879 und Montucla, *Hist. des mathémat.* II.

**) G. Battista della Porta, ein neapolitanischer Edelmann, war ausgezeichnet durch umfangreiche Kenntnisse und weitschauende Auffassungsgabe. In seinem grundgelehrten Compendium, der *„Magia naturalis"*, erwähnt er die *„Camera obscura"*, welche vor ihm nur noch drei Naturforschern bekannt gewesen ist: dem jüdischen Gelehrten Levi ben Gerson (um 1320), dem Caesariano, einem Komentator des Vitruv, der in einem 1521 zu Como erschienenen Werke die Erfindung der Camera einem Benedictiner Dom Panauce zulegt und endlich Leonardo da Vinci, dem genialen Künstler und Mathematiker. Die Camera mit Linse tritt uns erst in Porta's *„Magia naturalis"* und zwar in der Ausgabe vom Jahre 1589 entgegen, cf. Libri, *„Histoire des Mathem."*, 2. Auflage, Halle 1863, Band IV. Colangelo, *Storia dei filosofi . . . napolitani*, Napoli 1837. M. Curtze in „H. u. E." 1900; auch sei auf Hellers „Geschichte der Physik", Band I hingewiesen.

(i. e. des Magneten) Fähigkeit zueinander von weit entfernten Punkten aus und melden (alles) gleichzeitig."

Ein weiteres Dokument zur Frühgeschichte der Telegraphie fand Bertelli in einem alchymistischen Werke, der *„Historia Gemmarum et lapidum"* des Anselmus Boëtius de Boodt aus Brügge (Hanau 1609). Dort heißt es:

„Man glaubt nämlich, daß der Magnet, welcher die Nadel berührt, ihr eine Kraft mitteile, wenn er beispielsweise 10 Grade nach Osten abgelenkt werde, auch die Nadel eine ebenso große Neigung zeige, möge sie auch 100 Meilen von ihm (i. e. dem Magneten) entfernt sein."

Selbst einem poetischen Versuche begegnen wir in der Kindheitsgeschichte der elektromagnetischen Telegraphie. Es war der Jesuit Farniano Strada aus Rom, der in seinen *„Prolusiones Academicae"* (Romae 1617) eine der Boodtschen ähnliche Hypothese in Hexametern bekannt macht. Strada zeigt übrigens schon klipp und klar, daß ein nach den jeweiligen Abweichungen der Magnetnadel bestimmtes Alphabet-System die schriftliche Korrespondenz zweier weit von einander entfernten Personen ersetzen könne.

Die fruchtbare Hypothese des gelehrten Jesuiten hat übrigens den Physikern seiner Zeit nicht schlecht gefallen: man übersetzte seine auch sonst sehr lesenswerten *„Prolusiones"* in verschiedene moderne Sprachen und benutzte sie als vornehmeres Handbuch. Selbst Galilei, der in seinem Dialog über die beiden Haupt-Weltsysteme, das „ptolemäische und das coppernikanische" (1632) gelegentlich die rätselhafte Fernkraft des Magneten streift, erscheint abhängig von Strada. Auch Nicolaus Cabeus vertritt in seiner *„Philosophia Magnetica"* (Ferrara 1629) die Ansicht, daß man unter Berücksichtigung der magnetischen Fernkraft einen neuen und höchst bedeutungsvollen Nachrichtendienst organisieren könne. Cabeus gibt ferner eine bildliche Reproduktion seiner Gedanken: er teilt den Kreis, in welchem die Magnetnadel spielt, in 23 Teile entsprechend der damals gebräuchlichen Buchstabenanzahl des lateinischen Alphabets, das v und w nicht kannte. Jede dieser 23 Rubriken ward der Reihe nach mit einem Buchstaben des Alphabets bezeichnet und nach der jeweiligen Intensität der magnetischen Kräfte sollte auch die Zusammensetzung der durch die spielende Nadel berührten Buchstaben zu Wörtern und Satzgebilden vor sich gehen.

Die erstaunlich moderne Ansicht wurde dann adoptiert von Wynant van Westen, einem holländischen Physiker, in dessen „Mathematische Erquickstunden" (1636) wir das divinatorische Phantasieprodukt des Cabeus wiederholt finden. Westen läßt zwei Freunde Johann im Haag und Peter in Rom sich miteinander auf elektromagnetischem Wege verständigen und beschreibt auch deutlich, wie Peter seine Magnetnadel bis zu einem bestimmten Buchstaben dreht, um eine entsprechende Ablenkung auf dem Apparate seines Freundes hervorzurufen.

Freilich berücksichtigten diese Vorläufer eines Soemmering und Morse nicht die Art und Weise der Übertragung jener magnetischen Fernkraft. Man nahm an, daß im allgemeinen die Erde für gleichstarke Apparate der geeignete Leiter wäre; denn an praktischen Versuchen ließ es die Bücherweisheit jener Zeit sehr mangeln. Und so gelangte das vielversprechende Samenkorn erst nach einem Jahrhundert in empfänglichen Boden, um herrliche Früchte zu treiben'

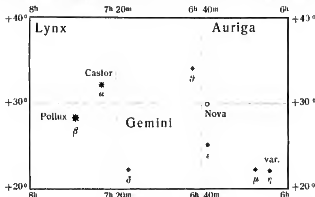


Kleine Mitteilungen.

Nova 12. 1903 Geminorum ist von Turner laut Telegramm der Zentralstelle aus Kiel am 16. März 1903 in Oxford entdeckt worden. Diese Nova ist 8. Größe, also mit unbewaffnetem Auge nicht zu sehen, und steht in den Zwillingen zwischen ϑ und ε. Ihre Position ist:

Rektascension $6^h\ 37^m\ 48^s,97$ Deklination $30^\circ\ 2'\ 36'',9$ (1900.0)

In einem kleinen, parallaktisch aufgestellten Fernrohr, welches keine Kreisablesung hat, wird man sie am besten finden, wenn man die Mitte von Kastor und Pollux in die Mitte des Gesichtsfeldes einstellt, die Deklination festklemmt und das Fernrohr in Rektascension bis zur Mitte von ϑ und ε



o = Nova 12. 1903 Geminorum.

rückt. Folgende Skizze wird die Auffindung dieser Nova erleichtern. Die in der Figur angegebenen Sterne haben folgende Größen: $\beta = 1,3$, $\alpha = 2,0$, $\mu = 3,0$, $\delta = \varepsilon = \vartheta = 3,3$, η ist variabel zwischen 3.2. und 4,2. Größe.

Prof. Hartmann sah im Okularspektroskop am 27. März die Wasserstofflinien $H\beta$ und insbesondere $H\alpha$ äußerst hell; der gelbe Teil des Spektrums war sehr schwach, dagegen lagen im Blau zahlreiche helle Linien, die fast den Eindruck eines kontinuierlichen Spektrums machten. Nach dem Spektrum dürfte der Stern entweder eine Nova oder ein Veränderlicher vom Miratypus sein. Nach einem Telegramm von Wolf in Heidelberg ist diese Nova auf Platten vom 16. Februar noch nicht vorhanden gewesen. Die Farbe des Sterns ist rot. Man darf gespannt sein, wie die Helligkeit dieser Nova sich weiter verhalten wird. F. S. Archenhold.

* *

Eine größere Sonnenfleckengruppe in hoher heliozentrischer Breite habe ich mit dem großen Fernrohr am Sonntag, den 22. März, gerade bei ihrem Sichtbarwerden am Ostrande beobachtet und während ihres Marsches zum Westrand verfolgt. In dem Kern trat am Donnerstag, den 26. März, eine Teilung auf, welche am Freitag, den 27., bereits bis zur Mitte vorgeschritten war. Am Sonnabend, den 28., trat wiederum am Ostrande eine noch größere Fleckengruppe auf und zwischen beiden bildete sich am Sonntag, den 29., noch eine dritte Gruppe. Ich hoffe, die Zeichnungen, welche ich mit dem großen Fernrohr von diesen Gruppen angefertigt habe und welche die starken Veränderungen und Bewegungen in ihnen zeigen, für das „Weltall" in ähnlicher Weise reproduzieren zu können, wie die im November 1902 aufgetretene Fleckengruppe (vergl. „Weltall" Jahrg. 3, Heft 5). Diese erneute Fleckentätigkeit auf der Sonne läßt erwarten, daß das Minimum nun endgiltig vorüber ist. F. S. Archenhold.

* * *

Die Bewegungen von zwanzig zum „Oriontypus" gehörenden Sternen längs der Sehrichtung wurden spektroskopisch auf der Yerkes-Sternwarte von Frost und Adams untersucht. Acht dieser Sterne (zwischen 57° und 104° Rektaszension) entfernen sich von uns mit Geschwindigkeiten von 17 bis 32 km (durchschnittlich 23 km) in der Sekunde. Sieben auf der entgegengesetzten

Seite des Himmels befindliche Sterne (244° bis 307° AR) verraten eine Annäherung von 4 bis 26 km (durchschnittlich 13 km). Die übrigen bei 0° und 180° stehenden fünf Sterne sind nur schwach bewegt, zwischen 5 km Zunahme und 7 km Abnahme der Entfernung. In diesen Zahlenverhältnissen erkennt man deutlich die Richtung der Sonnenbewegung. Wir entfernen uns von der Gegend, in welcher die Sterne des Orion und großen Hundes stehen und nähern uns der Gegend des Herkules und der Leier und zwar mit einer Geschwindigkeit, die nicht viel von 20 km in der Sekunde verschieden sein kann. (Verhandelt auf dem Kongreß der Astronom.-Astrophysikal. Gesellschaft von Nordamerika, Dezember 1902.) A. B.

* * *

Die scheinbare Bewegung des Hauptsterns in dem Doppelstern 85 Pegasi, einem Systeme von nur 24 Jahren Umlaufszeit, ist von Prof. Comstock in Madison, Wisconsin durch sorgfältige Messungen der Lage gegen einen nicht zum System gehörenden Stern untersucht worden. Wenn die Massen der Komponenten ihren Helligkeiten entsprechen würden, so müßte der Hauptstern 6. Größe den Begleiter 9. Größe um ungefähr das 60fache übertreffen; er würde um den Schwerpunkt des Systems eine Bahn von nur 0,015" Halbmesser beschreiben, der Begleiter eine von 0,9" Halbmesser — die Verhältnisse wären ähnlich wie in dem System Erde und Mond. Wider Erwarten fand Comstock, daß die Bahn des Hauptsterns die weitere ist, die des Begleiters die engere, woraus folgt, daß der helle Stern dem schwachen an Masse nachsteht und zwar im Verhältnis von 3 zu 5. — So ganz überraschend kann übrigens dieses Ergebnis nicht bezeichnet werden, wenn man sich erinnert, daß im Siriussystem der Hauptstern mehrere tausend mal heller ist als der Begleiter, aber nur doppelt so viel Masse besitzt als dieser. Auch bei dem Doppelstern ζ im großen Bären, dem ersten, dessen Bahn berechnet worden ist, hat vor einigen Jahren Prof. Auwers (Berlin) es sehr wahrscheinlich gemacht, daß der Begleiter (5,5. Größe) an Masse den vier mal helleren „Hauptstern" (4. Größe) im Verhältnis 7 zu 3 übertrifft. A. B.

* * *

Das Vorkommen von Gold in Meteoriten wurde von Prof. Liversidge in der Sitzung der *„Royal Society"* von New South Wales (Australien) behauptet. Außer Gold enthielten auch einige Meteorite noch das eine oder andere Metall aus der Platin-Iridium-Gruppe. Namentlich wird der Boogaldi-Meteorit als gold- und platinhaltig erwähnt. Diese wertvollen Metalle seien aber nicht gleichmäßig in dem Gesteine verteilt, vielmehr seien einzelne Partieen weit reicher daran als andere. Der Gehalt des Meteoriten an diesen Schwermetallen sei verhältnismäßig erheblich, er belaufe sich auf mehrere Unzen per Tonne. — Der fragliche Meteorit, zu den Meteoreisen gehörend, ist im Januar 1900 bei dem Postamte Boogaldi (Bugaldi), 15 Meilen nordwestlich von Coonabarabran in Neusüdwales gefunden worden; die Fallzeit ist unbekannt. (Nat. Nr. 1739.) Daß Diamanten in Meteorsteinen vorkommen, ist schon seit längerer Zeit festgestellt, vom Auftreten der Edelmetalle in diesen Fremdlingen wußte man jedoch bisher nichts. A. B.

* * *

Feuer auf der Yerkes-Sternwarte. Unsere Hoffnung, daß das Feuer auf der Yerkes-Sternwarte nicht allzugroße Verheerungen angerichtet hat, bewahrheitet sich glücklicherweise. Das Astrophys. Journal berichtet hierüber wie folgt:

Auf der Yerkes-Sternwarte war man neuerdings mit der Errichtung eines horizontal liegenden Spiegelteleskopes beschäftigt, das in Verbindung mit einem Cölostaten und einem großen Gitterspektrographen zur Aufnahme von Sternspektren dienen sollte. Während nun am 22. Dez. vorigen Jahres die letzte Hand angelegt wurde, entstand infolge Kurzschlusses der elektrischen Leitung in dem Teleskophause Feuer. Unter gewöhnlichen Umständen hätte die Flamme rasch erstickt werden können. Da aber zum Bau dieses Hauses nur sehr geringe Mittel zur Verfügung gestanden hatten, war es auf billigstem Wege aus Holz und Pappe hergestellt worden. In diesen Materialien griff das Feuer so rasch um sich, daß die sofort herbeigeholten Löschapparate seiner nicht mehr Herr wurden. Die Baulichkeiten nebst dem neuen Spektrographen, dem 30zölligen Flachspiegel, Uhrwerk und allen kleineren Teilen des Cölostaten wurden vernichtet. Ein zweiter, 24zölliger Flachspiegel konnte gerettet werden, dagegen ging der 24zöllige Konkavspiegel mit zu Grunde. — Der Hauptbau der Sternwarte war bei diesem Brande nicht gefährdet gewesen.

* * *

Eine Zustimmung zu den Vorschlägen des Herrn Prof. J. Adamczik in dem Artikel „Die Tierkreiszone und die durch die Präzession verschobenen Zeichen der Ekliptik" im „Weltall" Jahrg. 3, S. 120, ist dem Herausgeber von Herrn Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. W. Foerster zugegangen

Letzterer schreibt: „Über die Adamczikschen Vorschläge befragt, kann ich nur meine vollste Zustimmung zu der ganzen Darlegung aussprechen. Ich werde mich auch bemühen, zu einer Beseitigung der bezüglichen Übelstände in der astronomischen Pädagogik und in den Kalendern beizutragen. Es gibt auch noch andre Übelstände in der astronomischen Terminologie, durch deren Bekämpfung sich gerade die astronomischen Zeitschriften, ganz im Sinne der höchst zutreffenden Gesichtspunkte des Herrn Prof. Adamczik, verdient machen könnten."

Berlin, März 1903. Wilhelm Foerster.

* * *

Zu den Erdbeben im sächsischen Voigtlande. Wie die Zeitungsberichte melden, ist das bekannte Erdbebengebiet im sächsischen Voigtlande und dem angrenzenden Böhmen neuerdings wieder in lebhafte Tätigkeit getreten. Die gegenwärtige Bebenperiode hat Ende Februar ihren Anfang genommen und dauert zur Zeit noch fort, die Bewohner der betroffenen Gegenden in steter Aufregung erhaltend. Möbelstücke wurden umgeworfen, massive Häuser erhielten lange Risse, besonders in Brambach und Graslitz, und einzelne schwächere Mauern stürzten ein; auf dem Hausberge bei Graslitz entstand eine 3 m breite Erdspalte, und in der Nähe von Asch lösten sich Felsmassen ab. In verschiedenen Kohlenbergwerken des Zwickauer Bezirkes fuhren die Bergleute wieder aus, weil sie Einstürze befürchteten.

Überhaupt ist diese Gegend, die böhmische Insel als uralter Bildungsrest der Erdrinde, mit ihren Umrandungen, namentlich der nördlichen, wohl die seismisch regsamste in Mitteleuropa. Daher hat es sich H. Credner, der Direktor der Königl. Sächsischen Geologischen Landesanstalt in Leipzig, zur Aufgabe gemacht, die sich in seinem Arbeitsgebiete abspielenden Erdbebenereignisse genau zu untersuchen, zu welchem Zwecke er einen wohlorganisierten Erdbebenmelde- und Beobachtungsdienst für das Königreich Sachsen ins Leben rief. Aus den Ergebnissen seiner grundlegenden Forschungen seien hier kurz einige Punkte mitgeteilt, welche augenblicklich aktuelles Interesse bieten.

Allein in der Zeit von 1875 bis 1897 sind in der dortigen Gegend nicht weniger als 38 größere Erdbeben beobachtet worden. Dann folgte im Spätherbste des Jahres 1897 eine 37tägige Bebenperiode, welche sich aus einer Anzahl höchst energischer Stöße und aus hunderten von schwächeren Erschütterungen zusammensetzte; betroffen wurde das gesamte Voigtland und die Westecke Böhmens, also das Egerland, der Kaiserwald, das Tegeler Hochland bis zum Böhmerwald und dem Fichtelgebirge hin. Innerhalb der Zeit vom 24. Oktober bis 29. November 1897 steigerten sich die vorher schwachen zu sehr heftigen Stößen, um dann allmählich wieder schwächer zu werden und schließlich, durch immer größere Zwischenzeiten getrennt, zu verklingen; in einem solchen Falle spricht man von „Erdbebenschwärmen". Weitere Erdbebenschwärme traten im Sommer 1900 in 52tägiger, im Mai und Juni 1901 in 53tägiger, und endlich im Juli und August desselben Jahres in 38tägiger Periode auf. Das Jahr 1902 brachte jedoch nur am 1. Mai 1902 ein kleines Erdbeben, dessen Epizentrum nahe bei Greiz lag.

Das Ausgangsgebiet der voigtländischen Erdbeben ist ein Terrain, welches dem Gebirgsdrucke zweier sich kreuzender Faltensysteme, des erzgebirgischen und des thüringer, eine z. T. höchst verwirrende Tektonik verdankt. Infolgedessen sind diese Beben auf Grund ihrer primären Ursächlichkeit zur Gruppe der tektonischen Beben zu rechnen; jedoch macht Credner es wahrscheinlich, daß jene unterirdischen Lagenveränderungen der Gesteinsschollen auf klimatische und meteorologische Einflüsse zurückzuführen seien.

Bemerkt sei noch, daß mit dem Monat März 1902 die Erdbebenforschung Sachsens in ein neues Stadium trat durch die Aufstellung eines selbstregistrierenden Wiechert'schen astatischen Pendelseismometers in Leipzig, mit dessen Wartung F. Etzold (vergl. den Artikel von F. S. Archenhold, „Erdbebenbeobachtungen von F. Etzold in Leipzig vom 28. März bis 15. Juli 1902" in dieser Zeitschrift, Jahrg. 3, Seite 111 bis 113) betraut ist. Während Etzold sich mit den Fernbeben beschäftigt, hat sich Credner die Bearbeitung der von diesem Instrumente gelieferten Aufzeichnungen von Orts- und Nahbeben vorbehalten. In dem Sitzungsbericht vom 2. Februar 1903 der mathematisch-physischen Klasse der Königl. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften macht Credner die Registrierungen des Greizer Erdbebens vom 1. Mai und des Böhmerwald-Bebens vom 26. November 1902 zum Gegenstande eingehender Untersuchungen. Dabei ist vom methodologischen Standpunkte aus betrachtet von ganz besonderem Interesse, daß die Originalseismogramme, welche wegen ihrer Kleinheit (beim Greizer Beben hatte das Diagramm nur 7 mm Länge) keine hinreichend genauen Messungen zuließen, photographisch vergrößert wurden und dann allen Anforderungen entsprachen.

A. Sieberg.

* * *

Seltene Wolkenform. Nebenstehende Abbildung gibt das Aussehen einer Kumuluswolke wieder, welche A. Sieberg in Aachen am 22. Juli 1901 abends, beobachtet hat. Sie gehört zu den sogen. Wirbetkumulis, und gewährt einen Einblick in die verwickelten Bewegungsvorgänge im Innern der Wolken. Eine ähnliche Wolke wurde übrigens von Groß gelegentlich der Fahrt des Baltons „Phönix" am 4. August 1894 vom Luftschiff aus in einer Höhe von 3500 m wahrgenommen. Einer Untersuchung Siebergs über den Aachener Wirbelkumulus in der Meteorologischen Zeitschrift (Januarheft 1902) sei nachstehendes kurz entnommen:

Am Abend des besagten Tages zeigte sich in geringer Höhe über den Dächern der Stadt eine ausgebreitete aber nur mäßig dicke Kumulusbank. Oberhalb dieser befand sich ein einzelner Kumuluskopf von ziemlich regelmäßiger zylindrischer Grundform, der breiter als hoch war und an der dem Winde abgekehrteu Seite deformierte, indem sich dort fahnenförmig Wolkenschleier abzulösen begannen. Aus der oberen Zylinderfläche hatte sich eine breite, gewölbte Kuppe hervorgestülpt, während die untere durch einen ziemlich dünnen, sich nach unten hin verjüngenden Stiel mit der Bank in Verbindung stand; dabei war dieser Stiel korkzieherartig gewunden. Links neben diesem Wolkengebilde befand sich ein ähnliches, pilzförmiges, aber beträchtlich kleineres (es hatte eine Höhe von etwa einem Viertel bis einem Fünftel des ersteren), dem aber die Kuppe fehlte. Nach dem Verlaufe von etwa 2 bis 3 Minuten, während welcher Zeit sich die Kuppe in vertikaler Richtung um ein geringes vergrößert hatte, trennte sich der Stiel der großen Wolke zunächst von der Kumulusschicht, dann auch bald darauf vom Kumuluskopfe los; dabei schrumpfte die Spirale vorerst zusammen und ging dann in einen langgestreckten, fast horizontalen, sich mehr und mehr



auflösenden Wolkenstreifen über, der vom Winde langsam vorgeführt wurde. Auch der eigentliche Kopf nahm allmählich eine immer langgestrecktere Form an, wobei sich von der dem Winde abgekehrten und von der unteren Seite lange, schleierförmige Fetzen losmachten, die gleichfalls der Windrichtung folgten. Bei dem kleinen Wolkengebilde löste sich der Stiel ebenfalls von der darunter befindlichen Wolkenbank ab und wurde am unteren Ende aufgelöst und fortgeweht, wo hingegen sein oberer, dickerer Teil in den eigentlichen Wolkenkörper hineingezogen wurde.

Mack (Hohenheim) kam auf Grund experimenteller Untersuchungen zu dem Ergebnisse, daß es sich bei derartigen Wolkengebilden um Wirbetringe mit horizontalen kreisförmigen Axen handele. Hierauf fußend, gibt Sieberg folgende Erklärung für das Zustandekommen des Aachener Wirbelkumulus.

Ein starker aufsteigender Luftstrom (das Vorhandensein eines solchen beweist schon die Gegenwart von Kumuluswolken, welche sich ja infolge von aufsteigenden Luftströmen bilden) durchbrach bei sonst ruhiger Luft die wenig mächtige Kumulusbank und bekleidete sich an den Seiten seines oben garbenförmigen Endes mit einem Wolkenzylinder; dabei erreichte dieser Luftstrom eine solche Höhe, daß der Wirbelring seitlich immer stärker aus dem Zylinder heraustrat. Läßt der Nachschub von unten her bald nach, so zieht die Luftmasse in das Innere des Wirbelringes hinein, der sich vergrößert, wo hingegen der Stiel immer dünner wird, besonders nach unten hin. Hört dann endlich die Zufuhr gänzlich auf, so wird auch der Stiel in das Innere des Wirbelringes hineingezogen, wie es das Beispiel des kleinen Wolkengebildes zeigt. Ist aber die Intensität des Nach-

schubes Schwankungen unterworfen, so treten, was schon Oberbeck zeigte, im Stiele Verdickungen und Einschnürungen auf, wobei noch die Möglichkeit vorliegt, daß sich seine gesamte Länge schneller vergrößert, als er imstande ist, in den Wirbelring einzudringen, infolgedessen er sich korkzieherartig zusammendrückt. Hiermit haben wir es beim vorliegenden Falle mit der größeren Wolke zu tun. Im ersten Moment legt dieser spiralige Stiel wohl den Gedanken an das Vorhandensein einer Rotationsbewegung um eine vertikale Axe nahe; aber so findet er seine ungezwungene Erklärung, ohne mit den Experimenten in Widerspruch zu geraten. Die Lostrennung des oberen Teiles des Stieles vom Kopfe dürfte vielleicht auf eine plötzlich eingetretene stärkere Windbewegung zurückzuführen sein, wofür auch der Umstand zu sprechen scheint, daß sowohl der jetzt frei gewordene Rest des Stieles eine langgestreckte fast horizontale, mit der herrschenden Windrichtung verlaufende Gestalt annahm (wo hingegen vorher die Axe des Stieles senkrecht und nicht infolge von Verwehung des Kopfes schief stand), als auch die mit Ablösung von Wolkenfetzen verbundene Deformation des Wirbelringes nach derselben Richtung hin. Die Entstehung der Kuppe an der oberen Fläche hat man sich so zu denken, daß der Wirbelring infolge der Eigenschwere allmählich abwärts zu sinken begann, während der Nachschub der Luftmassen von unten her noch bis zur früheren Höhe anhielt; auf diese Weise bildete sich dann oben die Ausstülpung.

O. Müllermeister.

* * *

Gewisse Beziehungen des Pflanzenwachstums zur Jonisierung des Bodens glaubt Herr Amon B. Plowmau bemerkt zu haben, welche er im „Amer. Jonrual of Science“, 1902, vol. XIV, bespricht. Bei den Versuchen, welche im botanischen Garten von Haward ausgeführt wurden kamen zwischen den Platin- oder Kohleelektroden sowohl statische wie auch kinetische Potentiale von 0,5 bis 500 Volt vor. Wegen des großen Widerstandes des Erdbodens in den Kulturen stellten sich in Bezug auf die Temperaturkonstanz große Schwierigkeiten ein. Schon bei einem Strome von 0,2 Amp. in einem Erdstück von 40 cm Länge und 10×25 cm (250 cm²) Querschnitt trat während einer Stunde eine Temperaturerhöhung von 16° auf 44° ein. Die Beseitigung dieses Uebelstandes wurde bei der Benutzung von starken Strömen durch Wasserkulturen erreicht. Es ergab sich nun, daß durch die Ladung die in der betreffenden Kultur vorhandenen Samen mehr oder weniger geschädigt, ja bei einem stärkeren Strome als 0,03 Amp. die an der Anode befindlichen immer getötet wurden, wenn sie ihm länger als 20 Stunden ausgesetzt wurden. Dagegen wurden die in der Nähe der Kathode befindlichen Samen nur wenig geschädigt, unter Umständen sogar zur Keimung angeregt. Bei Samen, welche im Wasser keimten, trat ihre schädigende Wirkung an der Anode besonders dann ein, wenn ein relativ starker Strom auch nur kurze Zeit die Kultur lud. Die beschriebenen Erscheinungen zeigten sich bei sandigem, gewöhnlichem Boden in stark abgeschwächtem Maße, und solange der Ladungsstrom sich unter 0,08 Amp. erhielt, trat bei den an der Kathode befindlichen Samen eine bedeutende Vergrößerung der Wachstumsgeschwindigkeit ein.

Zu ähnlichen Schlußfolgerungen, wie sie vor nicht langer Zeit Matthews aus seinen Untersuchungen über die Natur der Nervenreizung zog, gelangt der Verfasser, indem er meint, daß die beschriebenen Erscheinungen durch die elektrische Ladung der Jonen in der Weise erzeugt würden, daß negative Ladungen das embryonale Protoplasma dieser Pflanzen stimulieren, positive es paralysieren, analog dem Matthews'schen Ergebnis, daß der *nervus sciaticus* des Frosches durch negative Jonen angeregt, durch positive Jonen seine Reizbarkeit vermindert werde. Seine Meinung erhärtet der Verfasser mit drei Belegen. Der erste ist ein Experiment über den Einfluß positiver und negativer Ladung bei wachsenden Pflanzen, wobei sich direkt seine Annahme bestätigt zeigt. Als weiteren Beleg führt der Verfasser an, daß der Pflanzenkörper normalerweise elektropositiv sei zum Boden, in welchem er wächst, wobei die Potentialdifferenz eine Funktion der physiologischen Tätigkeit der Pflanze zu sein scheine. Augenscheinlich zieht die positive Ladung der Pflanze die negativen Elektronen des Erdbodens nach den Wurzeln, so daß also ein stetiger Zufluß negativer Jonen zur Pflanze als eine Lebensbedingung für sie erscheint. Als dritten Beleg führt der Verfasser die Tatsache an, daß Keimpflanzen, welche in einem wässrigen, von einem schwachen elektrischen Strome durchsetzten Kulturmedium gezogen werden, ihre Wurzelspitzen der Anode zuwenden. In gewöhnlicher Erde erzogene Keimpflanzen zeigen diese Krümmung noch deutlicher; dicht unter der Oberfläche des Bodens ist die Hauptachse solcher Pflanzen oft bis beinahe 90° auf die Anode zu gekrümmt. Die Erklärung dieser Tatsache führt er so durch: Die in den Elektrolyten (wässriger Boden) nach beiden Richtungen hin vorhandene Strömung der Elektronen hat eine verschiedene Wirkung. Die der Anode zugewandte Wurzelseite erfährt eine Bespülung positiver, der Kathode zuwandernder, die nach der Anode gekehrte Seite der Wurzel ist einem Strome negativer, nach der Anode wandernder Elektronen, ausgesetzt, welch letztere das Wachstum befördern. Das

Ergebnis ist ein Hintanhalten des Wachstums der der Anode zugekehrten Wurzelseite und eine Wachstumsförderung der entgegengesetzten Seite, woraus natürlich eine Wurzelkrümmung von der Kathode weg zu der Anode hin resultiert. Die Analogie zwischen dieser Bewegung und dem Sicheinstellen der Wurzelspitzen gegen den Strom in fließendem Wasser ist nicht zutreffend, weil im letzteren Falle eine Bewegung nur nach einer Seite stattfindet. Linke.

* * *

Über zeitliche Gewichtsänderungen radioaktiver Substanz berichtet Herr A. Heydweiller im 2. Hefte des 4. Jg. der „Physikalischen Zeitschrift". Frühere Untersuchungen über die Frage der Gewichtsveränderungen bei physikalischen und chemischen Umsetzungen führten ihn auf diese Frage. Zum Zwecke einer experimentellen Feststellung verglich er 5 g intensiv radioaktiver Substanz, welche er in einem kleinen Röhrchen aus alkalifreiem Jenenser Glase einschloß, mit einem gleichen mit Glasstückchen gefüllten Rohre nahezu gleichen Gewichts und Volumens mehrere Wochen hindurch. Herr Heydweiller stellte nun dabei eine Gewichtsabnahme der radioaktiven Substanz fest, und zwar betrug dieselbe in 24 Stunden ungefähr 0,02 mg.

Die an diese Thatsache geknüpften Erörterungen haben etwa den folgenden Inhalt. Herr H. Becquerel geht bei seiner Berechnung der von radioaktiver Substanz abgegebenen Energiemenge von der elektrischen Ablenkung der Radiumstrahlen aus und supponiert den Radiumstrahlen fortgeschleuderte elektrisch geladene materielle Teilchen. Seine Rechnung lieferte für sein beobachtetes Präparat eine Energieabgabe von 5 Erg. pro cm^2 Oberfläche in 1 Sekunde, sodaß für seine Untersuchung die Masse der ausgestrahlten Teilchen erst in etwa 1 000 000 000 Jahre gleich 1 mg wurde Dabei nahm er an, dass die Strahlungsenergie, d. h. die sogenannte „kinetische Energie" der weggeschleuderten Teilchen von der inneren sogenannten „potentiellen Energie" der Substanz bestritten wird.

Gäbe nun das von Herrn Heydweiller benutzte Präparat eine gleich intensive Wirkung wie das Becquerel'sche, so würde es bei einer Oberfläche des in der Röhre zusammenliegenden aktiven Pulvers von 20 cm^2 in einer Sekunde über 100 Erg., in einem Tage 10^7 Erg. an ablenkbaren Becquerelstrahlen aussenden. Nun beträgt die beobachtete Gewichtsverminderung in demselben Zeitraume 0,02 mg, und deren potentielle Energie in Bezug auf die Erde, die sogenannte „Gravitationsenergie", ist etwa gleich $1,2 . 10^7$ Erg. Die Uebereinstimmung der Beobachtung und der Rechnung, welche die Zahlen in gleicher Größenordnung erscheinen lassen, legen die Vermutung nahe, daß die von der radioaktiven Substanz ausgestrahlte Energie, die „Radioenergie", nur eine Umsetzung der potentiellen Gravitationsenergie ist, was nach der Lord Kelvin'schen Ätherwirbel-Atomtheorie nicht unwahrscheinlich ist. Die Vorgänge bei der Radiumstrahlung wären dann auf Vorgänge im Atom und nicht im Molekül zurückzuführen.

Es mag bei dieser Gelegenheit nicht unerwähnt bleiben, daß doch der Intuition ein großer Wert nicht abzusprechen ist. Vor etwa zwei Jahren schon sprach sich mir gegenüber Herr Dr. Wellmann privatim in der Weise aus, dass seiner Meinung nach die Radiumstrahlung nichts anderes sei als eine umgewandelte Gravitationswirkung. Linke.

* * *

Über transportable Apparate zur Bestimmung der Radioaktivität der natürlichen Luft berichten die Herren Elster und Geitel in der „Physik. Zeitschr." Jg. 4. Sie bedienen sich seit Jahresfrist zur Exposition von Drähten im Freien, in der feuchten Luft von Kellern und Brunnenschächten, sowie auch auf Reisen bei Versuchen über die Radioaktivität der Luft in natürlichen Höhlen und am Strande der Nordsee mit Vorteil einer Hochspannungstrockensäule von 6000 Paaren der gewöhnlichen Art aus unechtem Gold- und Silberpapier. Wie wir wissen (vgl. den Aufsatz: Über die Radioaktivität der im Erdboden enthaltenen Luft, „Weltall". 3. Jg., 3. Heft, pag. 42 bis 44), ist es beim Nachweise der Radioaktivität der natürlichen Luft notwendig, den zu aktivierenden Körper einige Stunden lang mit einem negativen Potentiale von einigen Tausend Volt geladen zu erhalten. Dies besorgt die Trockensäule, welche in 30 Teilsäulen zu je 75 Volt zerlegt werden kann, um beim Nichtgebrauch die Selbstentladung möglichst hintanzuhalten. Zur Kontrollierung der Spannung dient ein kompendiös eingerichtetes Hochspannungselektroskop Braunscher Form. Strom darf der Säule natürlich nicht entnommen werden, sie dient ausschließlich für die Ladung auf ein hohes Potential. Das Zurückgehen der Spannung infolge ungenügender Isolation, Feuchtigkeit und Belichtung macht man wieder wett durch Aussetzen der strahlenden Wärme eines Ofens. Die Zerlegung der Säule läßt auch einen raschen Erzatz der schadhaften Teilsäulen zu. Linke.

Elektrizitätserzeugung in Pflanzen bemerkte Walter bei einem Versuche, den er mit einem Pflanzenblatte anstellte, indem er es an den Enden durch Zinkelektroden mit einem elektrischen Meßapparate verband und die eine Hälfte des Blattes belichtete, während die andere mit schwarzem Papier bedeckt war. Die belichtete Seite fand er elektropositiv, sodass ein photoelektrischer Strom von der belichteten Elektrode durch das Blatt zur beschatteten floß. Dabei fanden sich die leuchtenden roten Strahlen am geeignetsten, besonders diejenigen, welche vom Chlorophyll absorbiert werden, während die chemischen und die Wärmestrahlen zur elektrischen Erregung nicht geeignet waren. Waller nahm an, dass die elektromotorische Kraft des auftretenden Stromes durch die Lichtquelle erzeugt werde. Herr Ries dagegen fand (Physik. Ztsch. Jg. 3), dass die bei der Belichtung auftretenden Ströme photochemischer Natur sind, sodass also das Pflanzenblatt mit den beiden Elektroden ein galvanisches Element bildet, wozu die im Blatte vorhandene Feuchtigkeit ausreichte. Die von Ries festgestellten Tatsachen sind diese: Die photochemische Natur der Elektroden bedingt die Polarität, sodaß die erhaltene Stromrichtung unter andern Versuchsbedingungen eine andere sein kann; dabei ist die Farbe der untersuchten Blätter gleichgültig. Bei der Verwendung reiner, blanker Elektroden zeigt sich kein Strom, was sich mit photochemischen Beobachtungen anderer Forscher deckt. Sind die Elektroden bedeckt, so zeigt sich bei der Belichtung einer Blatthälfte kein Strom. Der positive photoelektrische Ausschlag wird besonders von den roten Strahlen, der negative Zustand dagegen besonders von den blauen Strahlen bewirkt, was ebenfalls mit Beobachtungen anderer übereinstimmt. Auch der ausgepreßte Pflanzensaft kann an die Stelle des Blattes selbst treten, wobei die hauptsächlichste Wirkung den darin enthaltenen Kalium- und Natriumverbindungen zuzusprechen ist. Das Chlorophyll kann, wie allgemein Farbstoffe bei photochemischen Prozessen tun, eine subsidiäre Rolle spielen. Linke.

* * *

Busch-Expositionsmesser mit Bildsucher. Die richtige Bestimmung der Expositionsdauer ist ein Hauptmoment zur Erzielung guter Aufnahmen und gerade dem mit der Sache noch wenig vertrauten Anfänger wird es oft schwer fallen, die Belichtungszeit richtig zu treffen, ausgenommen in den Fällen, wo bewegte Gegenstände (laufende, springende Menschen, Tiere etc.) bei guter Beleuchtung eine Momentaufnahme ohne weiteres bedingen.

Der Expositionsmesser der Rathenower Optischen Industrie-Anstalt vorm. Emil Busch ist dazu bestimmt, dem angehenden Amateur einigen Anhalt zur Auffindung der Belichtungszeit zu geben; eine genaue Bestimmung der Expositionsdauer ist bekanntlich selbst mit den kompliziertesten Instrumenten nicht möglich, da die erhebliche Verschiedenheit der Empfindlichkeit bei den im Handel vorkommenden Plattensorten, sowie noch einige andere Umstände das Resultat beeinflussen.



Busch-Expositionsmesser mit Bildsucher ist nun zwar vorteilhaft einfach in Konstruktion wie Handhabung, wird aber dennoch und vielleicht gerade dadurch dem angehenden Amateur ein wertvolles Hilfsmittel sein und auch der vorgeschrittenere Photograph kann denselben zweckmäßig benutzen, um seinen nach Erfahrung oder Gutdünken gefundenen Belichtungswerten eine größere Zuverlässigkeit und Sicherheit zu geben.

Das Instrument ist im Prinzip ein Bildsucher (Ikonometer) und wird genau wie ein solcher gehandhabt.

Man betrachtet durch denselben das aufzunehmende Bildfeld und dreht nun die in Form einer Revolverblende angeordnete Farbenskala — von der dunkelsten Nüance anfangend — soweit, bis man die wichtigeren Einzelheiten des Bildes deutlich erkennen kann.

Nun liest man die notwendige Belichtungszeit für ein Objekt von der relativen Öffnung F:8 ohne weiteres ab; eine am Instrument selbst angebrachte kleine Tabelle gestattet die Expositionsdauer für andere Öffnungsverhältnisse schnell und leicht zu ermitteln. F. S. Archenhold.

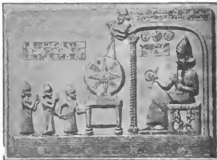
Bücherschau.

Friedrich Delitzsch, Babel und Bibel, ein Vortrag mit 50 Abbildungen. J. C. Hinrichs'sche Buchhandlung Leipzig 1902. Geh. M. 2,—.

In diesem Vortrag hat Prof. Delitzsch über die jüngsten Ausgrabungen, welche durch Mittel der „Deutschen Orient-Gesellschaft“ ermöglicht worden sind, berichtet. Durch die Delitzsche Dar-

legung hat sich immer mehr die Überzeugung Bahn gebrochen, daß die Ergebnisse der babylonisch-assyrischen Ausgrabungen berufen sind, eine neue Epoche in der Beurteilung des alten Testaments herbeizuführen. Dieser Vortrag, dem ich seiner Zeit beiwohnte und welcher durch die Vorführung zahlreicher Lichtbilder illustriert war, hat insbesondere dadurch, daß Seine Majestät der Kaiser bei diesem, wie auch bei dem zweiten, ein Jahr später stattfindenden Vortrage in der Singakademie anwesend war, besondere Aufmerksamkeit auf sich gelenkt und es ist dem Vortragenden, wie auch der Verlagsbuchhandlung zu danken, daß derselbe unter Reproduktion von 50 Lichtbildern weiteren Kreisen zugänglich gemacht ist. Ohne auf die vielen Streitschriften, welche sich an diesen klassischen Vortrag knüpfen, einzugehen, wollen wir darauf hinweisen, daß jetzt ein Bildnis des großen Königs und Gesetzgebers Hammurabi (Amraphel), dem Zeitgenossen Abrahams, aufgefunden und in der Schrift auch reproduziert ist. Der Sündenfall der Bibel findet sich bereits illustriert auf einem alten babylonischen Siegelcylinder: In der Mitte sehen wir den Baum mit herabhängenden Früchten, zu dessen Seiten einen Mann und eine Frau, hinter letzterer die sich emporwindende Schlange. Delitzsch fragt mit Recht, ob nicht ein Zusammenhang zwischen diesem altbabylonischen Bilde und der biblischen Sündenfallerzählung bestehe. Die Sintfluterzählung, das Weltschöpfungsepos und eine ganze Reihe biblischer Erzählungen erhält durch die mit dem Grabscheit ans Tageslicht gebrachten Ziegel und Steintafeln eine Aufklärung und eine reinere Beleuchtung. Manche Tierarten, welche in der Bibel Erwähnung finden, von denen man sich früher aber keine Vorstellung machen konnte, sind hier nicht nur beschrieben, sondern auch abgebildet. Den Astronomen interessieren speziell die zu Tage geförderten babylonischen Grenzsteine*) und Abbildungen der Planetengötter.

Durch die Freundlichkeit der Verlagsbuchhandlung sind wir in der Lage, unsern Lesern eine Illustrationsprobe aus dem Vortrage vorzuführen, nämlich den „Sonnengott von Sippar". In übermenschlicher Größe sitzt der Sonnengott auf einem Throne; sein Wahrzeichen, die Sonne, ist abgebildet auf dem großen Stein, welcher in der Mitte der Figur sichtbar ist. Dieses Zeichen der Sonne finden wir unter dem Thronhimmel rechts wieder, neben ihm Venus und Mond. Diese Planetenzeichen sind ja auch auf den Grenzsteinen oft abgebildet.


Der Sonnengott von Sippar.

In der Einteilung der Woche**), des Tierkreises in 12 Zeichen, des Kreises in 360°, der Stunde in 60 Minuten, der Minute in 60 Sekunden wirkt noch heute die sumerisch-babylonische Kultur lebhaft fort. — Es ist das große Verdienst Delitzschs, neuerdings durch Wort und Schrift das Interesse für diesen Zweig der Wissenschaft erhöht zu haben und so Tatsachen, welche den Eingeweihten schon bekannt waren, auch weiteren Kreisen klar vor Augen geführt zu haben. Niemand wird diese Schrift aus der Hand legen, ohne große Anregung daraus empfangen zu haben. Es ist zu hoffen, daß, nachdem Deutschland, wenn auch etwas verspätet, an den Gestaden des Euphrat und Tigris mit Hacke und Spaten aufgetreten ist, das Versäumte unter der bewährten Leitung Delitzschs und unter Anteilnahme der Deutschen Orient-Gesellschaft nachgeholt wird.

F. S. Archenhold.

* * *

Henry Edward Jost's Schriften. Nr. 1. „Über die beste Art geistig zu arbeiten". Modern-Paed. u. Psychol. Verlag Charlottenburg 2. V. Aufl. Preis Mk. 5,—.

Das vorliegende Buch ist in leichtverständlicher klarer Weise geschrieben, und wenn auch mancher sagen wird, es seien alte Wahrheiten, die der Verfasser da ausspricht, so muß doch anerkannt werden, daß er es verstanden hat, dieselben in anziehender und übersichtlicher Weise zusammenzufügen, so daß das Buch ein einheitliches Ganze bildet, dessen Lektüre aufmerksamen Lesern gewiß gute Früchte bringt.

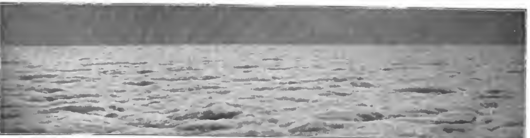
*) Vgl. Artikel Weltall Jahrg. I, S. 85.

**) Vgl. Weltall Jahrg. III, S. 89.

Für die Schriftleitung verantwortlich: F. S. Archenhold, Treptow-Berlin; für den Inseratenteil: C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin W
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.



Geschlossene Cumulusschicht 400 Meter unter dem Ballon.



Wolkenmeer von einem hoch darüber schwebenden Freiballon aus gesehen.

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von
F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte.

3. Jahrgang. Heft 14 und 15.

1903 April 15. und Mai 1.

Verlag von C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin.

Diese Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. — Abonnementspreis vierteljährlich Mark 2.— (Ausland Mark 2.50), einzelne Nummer 50 Pfg. franko durch den Verlag, Berlin W. 35, Schöneberger Ufer 43, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungspreisliste 8344).

Anzeigen-Gebühren: Die einspaltige Petitzeile 40 Pfg. 1/1 Seite 60.—, 1/2 Seite 30.—, 1/4 Seite 15.— Mk. Bei Wiederholungen Rabatt.

INHALT.

Über die Anwendung der von Gauss aufgestellten „Allgemeinen Theorie des Erdmagnetismus".

Von Dr. H. Fritsche, Riga.

Die ersten Versuche, eine Theorie des Erdmagnetismus aufzustellen, stammen von Tobias Mayer und Hansteen her. Ersterer nahm — um die Mitte des 18. Jahrhunderts — zur rechnerischen Darstellung der erdmagnetischen Erscheinungen einen fingierten Magneten in der Nähe des Erdmittelpunktes, letzterer deren zwei an; jedoch stiegen die Differenzen zwischen den hiernach gewonnenen Formeln und den damals (um 1800) noch sehr spärlichen und unvollständigen Beobachtungen bei Hansteen in Deklination bis 29° und in Inklination bis 13°.

Auch die Hypothesen Mosers (um 1830), welcher a priori Voraussetzungen über die Verteilung des Magnetismus auf der Erdoberfläche (proportional dem sinus der Breite*) und über den Zusammenhang zwischen diesem Magnetismus und der Wärme machte, führten zu keinem befriedigenden Resultate.

Deshalb ließ Gauss derartige Hypothesen ganz beiseite und ging von der Annahme aus, daß sich in, an und außerhalb der Erde (z. B. in der Atmosphäre) kleinste, magnetisch wirkende Massenteilchen $d\mu$ befinden, welche auf die auf der gesetzmäßig geformten Erdoberfläche (Kugel- oder Ellipsoid-Fläche) befindliche magnetische Masseneinheit nach dem bekannten Fundamentalgesetze — proportional den Massen und umgekehrt proportional dem Quadrat der Entfernung — wirken. Wenn irgend eine solche Masse $d\mu$ ihrer Lage nach bekannt und ihre Wirkung

*) Cf. Lehrbuch der Meteorologie von L. F. Kämtz, 1836, Bd. III p. 396 und folg.
Diese längst abgetane vor-gaussische Hypothese ist neuerdings von Herrn v. Bezold, natürlich ohne Erfolg, versucht worden. Cf. Sitzungsberichte der kgl. preuß. Akademie der Wissenschaften, Berlin 1895, XVIII.

nur auf einen Punkt der Erdoberfläche gegeben (beobachtet) wäre, so könnte man daraus die Kraft berechnen, welche *d u* auf alle Punkte der Erdoberfläche ausübt. So kommt es, daß man, obgleich man nur eine beschränkte Anzahl (z. B. 24 oder 46) der sogenannten Koeffizienten der Theorie, welche Gauss mit den Buchstaben *g h* bezeichnete, mit Hilfe der Beobachtungen bestimmt hat, doch die magnetischen Elemente für die ganze Erdoberfläche berechnen kann. Die Größen *g h* stellen Integrale der magnetischen Elementarmassen *d u* der Erde, multipliziert mit Funktionen der Koordinaten von *d u* in Bezug auf den Mittelpunkt der Erde, ausgedehnt über alle Massen *d u* der letzteren, dar. Wollte man die Formeln der Gaussischen Theorie durch reine Interpolationsformeln ersetzen, so müßte man, wie ich bewiesen habe, statt 46 Koeffizienten wenigstens 200 Unbekannte aus den Beobachtungen berechnen, um letztere gleich gut darzustellen. Über die Anwendung der „Allgemeinen Theorie des Erdmagnetismus", welche Gauss im Jahre 1838 publizierte, habe ich bisher vier Schriften veröffentlicht, nämlich:

I. Über die Bestimmung der Koeffizienten der Gaussischen allgemeinen Theorie des Erdmagnetismus für das Jahr 1885 und über den Zusammenhang der drei erdmagnetischen Elemente unter einander. St. Petersburg 1897.

II. Die Elemente des Erdmagnetismus für die Epochen 1600, 1650, 1700, 1780, 1842 und 1885 und ihre säkularen Änderungen, berechnet mit Hilfe der aus allen brauchbaren Beobachtungen abgeleiteten Koeffizienten der Gaussischen „Allgemeinen Theorie des Erdmaguetismus". St. Petersburg 1899.

III. Die Elemente des Erdmagnetismus und ihre säkularen Änderungen während des Zeitraums 1550 bis 1915. Publikation III, St. Petersburg 1900.

IV. Die tägliche Periode der erdmagnetischen Elemente. St Petersburg 1902.

Gauss selbst hat seine Theorie zur Ermittelung des magnetischen Zustandes der ganzen Erde um das Jahr 1830 angewandt, indem er nur die ersten 24 Koeffizienten *g h* ausrechnete, da das damals vorhandene Beobachtungsmaterial sehr dürftig war. Die so erhaltenen Differenzen zwischen Theorie und Beobachtung waren allerdings viel kleiner als bei seinen Vorgängern — Mayer, Hansteen, Moser — jedoch noch nicht genügend klein, weil sie in Deklination und Inklination oft 5° und in Intensität 7% erreichten. Spätere Rechnungen, ausgeführt von Erman, Petersen, Neumayer, Quintus Icilius (1874 bis 1891) und a., obgleich auf viel zahlreicheren und genaueren Messungen gegründet, ergaben kein wesentlich besseres Resultat, da man sich aus Furcht vor allzugroßer Arbeit immer mit nur 24 Koeffizienten begnügte. Erst im Jahre 1897, also 59 Jahre nach Publikation der Theorie, gelang es mir, eine genügende Übereinstimmung zwischen Theorie und Beobachtung zu erzielen, indem ich die Gaussischen Formeln in eine zum Rechnen mehr geeignete Form brachte und für 8 Epochen, 1550, 1600, 1650, 1700, 1780, 1842, 1885 und 1900 statt 24 Koeffizienten, deren 46 berechnete, wodurch ich für die drei letztgenannten Epochen als durchschnittliche Differenzen zwischen Theorie und Beobachtung in Deklination und Inklination $^2/_3$ Grad und in Intensität $2^1/_2$% erhielt, welche als mittlere, fast überall vorkommende Anomalien zu betrachten sind.

Für die weniger genauen Messungen des 16., 17. und 18. Jahrhunderts sind diese Differenzen 2 bis 3 mal so groß. Eine Vergrößerung der Zahl der Koeffizienten über 46 hinaus bewirkte keinen näheren Anschluß der Theorie an die Beobachtung. Um die säkularen Änderungen der Richtung der Magnetnadel während des Zeitraumes 1600 bis 1885 zu finden, habe ich Kurven gezeichnet,

aus denen hervorgeht, daß der Nordpol (oder Südpol) einer Nadel, welche frei beweglich im Schwerpunkt aufgehängt ist, an verschiedenen Orten der Erdoberfläche alle möglichen Arten von Bewegungen macht: Bewegungen mit und gegen den Uhrzeiger, unbestimmte oder sehr verwickelte Bewegungen. Sie stehen ohne Zweifel im Zusammenhange mit den gleichzeitig eingetretenen Veränderungen in der Lage der beiden magnetischen Erdpole, der Maxima der idealen, fingierten Verteilung des Magnetismus F auf der Erdoberfläche — welche der wirklichen im Innern, in Beziehung auf die daraus nach außen entstehenden Kräfte, vollkommen äquivaliert — und auch der Maxima der ganzen Intensität I. Deshalb setze ich hierher die folgenden Resultate meiner nach der Gaussischen Theorie ausgeführten Rechnungen*).

Position des magnet. Nordpols			Position des mag. Südpols		Maxima des idealen Magnetismus F							
Epoche	Breite φ	Länge λ	Breite φ	Länge λ	Epch.	Breite φ	Länge λ	Max. F	Epch.	Breite φ	Länge λ	Max. F
1600	+ 78° 42′	239° 0′	— 81° 16′	190° 30′	1600	+ 63°	242°	— 0,77	1600	— 81°	222°	+ 0,79
1650	+ 80 12	238 48	— 80 30	179 57	1650	+ 64	245	— 0,75	1650	— 80	225	+ 0,79
1700	+ 75 51	249 0	— 77 12	165 15	1700	+ 60	250	— 0,77	1700	— 74	150	+ 0,79
									1700	— 78	180	+ 0,79
1780	+ 71 36	252 6	— 71 6	144 39	1780	+ 56	255	— 0,78	1780	— 67	145	+ 0,83
1842	+ 70 52	262 36	— 73 5	147 18	1842	+ 53	268	— 0,78	1842	— 70	150	+ 0,84
1885	+ 69 57	262 45	— 73 45	153 0	1885	+ 54	265	— 0,77	1885	— 76	187	+ 0,83
Mitt. 1650	+ 78 15	242 16	— 79 39	175 14	1650	+ 62,3	245,7	— 0,76	1650	— 79,0	204,0	+ 0,79
- 1836	+ 70 48	259 9	— 72 39	148 19	1836	+ 54,3	262,7	— 0,78	1836	— 71,0	160,7	+ 0,83
Diff.	— 7 27	+ 16 53	+ 7 0	— 26 55	Diff.	— 80,0	+ 170,0		Diff.	+ 80,0	— 43,3	

Maxima der ganzen Intensität I

Epoche	Breite φ	Länge λ	Max. I	Epoche	Breite φ	Länge λ	Max. I
1600	+ 62°	243°	6,38	1600	— 82°	225°	6,58
1650	+ 63	243	6,28	1650	— 80	225	6,58
1700	+ 60	248	6,43	1700	— 74	148	6,56
				1700	— 77	180	6,56
1780	+ 55	250	6,47	1780	— 65	143	6,82
1842	+ 54	265	6,45	1842	— 69	152	6,96
1885	+ 52	266	6,37	1885	— 76	190	6,88
1650	+ 61,7	244,7	6,36	1650	— 79,2	204,7	6,57
1836	+ 53,7	260,3	6,43	1836	— 70,0	161,7	6,89
Diff.	— 8,0	+ 15,6		Diff.	+ 9,2	— 43,0	

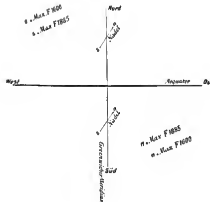
Demnach haben sich der magnetische Nordpol, der Ort des Maximums des idealen Magnetismus F in Nordamerika und der Ort des Maximums der ganzen Intensität I in Nordamerika, alle drei von Nordwesten nach Südosten nahezu um dieselbe Strecke bewegt und zwar während des Zeitraums 1650 bis 1836 alle drei Orte um circa 8° in Breite von Norden nach Süden und in Länge von Westen nach Osten alle um nahe 17°; ferner folgt aus unsern Tafeln, daß der magnetische Südpol, der Ort des Maximums von F und der des Maximums von I in der südlichen Hemisphäre alle drei die entgegengesetzten Bewegungen von Südost nach Nordwest ausgeführt haben und zwar in den 186 Jahren von 1650 bis 1836

*) Diese Methode der Bestimmung der Position der magn. Erdpole dürfte allen andern, selbst der direkten Aufsuchung derselben durch Beobachter vorzuziehen sein, da die Gauss. Theorie alle brauchbaren, auf der ganzen Erdoberfläche gemachten Messungen benutzt, und das Problem dadurch ein bestimmtes wird (die nach der Gauss. Theorie berechneten Linien, worauf die nördlichen und westlichen Komponenten X und Z der Erdkraft Null sind, schneiden sich in einem bestimmten Punkte, dem gesuchten Pole), während es bei der direkten Aufsuchung an Unbestimmtheit leidet, indem die Inklination im Pole ein Maximum erreicht, und dort auf einer großen Fläche überall nahe gleich 90° ist und indem die horizontale Kraft der Erde in der Nähe des Poles sehr klein wird, wodurch die Sicherheit der Beobachtungen leidet.

in Breite nahe 8° von Süden nach Norden und um 27 bis 43° in Länge von Osten nach Westen.

Der Ort des Maximums von *F* und der gleichzeitige des Maximums der ganzen Intensität *I*, ist in beiden Hemisphären fast genau derselbe.

Daß die Ortsveränderungen der magnetischen Erdpole und die Maxima von *F* und *I* in engem Zusammenhange mit den säkularen Variationen der erdmagnetischen Elemente stehen, erkennt man z. B. deutlich an den Veränderungen, welche die Deklination von 1600 bis jetzt erlitten hat. So war um das Jahr 1600 die magnetische Deklination fast auf dem ganzen Greenwicher Meridian östlich (in England z. B. — 8°) und wurde im Laufe der darauf folgenden Jahrhunderte allmählich westlich, indem die beiden Maxima von *F* auf der nördlichen und südlichen Hemisphäre sich diesem Meridian näherten und dadurch auf ihm überall eine stärkere Drehung des Nordpols *n* der Kompaßnadel nach Westen hervorbrachten. In der folgenden Figur bezeichnet *n* den nördlichen und *s* den südlichen Magnetismus.



Die Ursachen der säkularen Änderungen der erdmagnetischen Elemente sind noch nicht hinlänglich erforscht. Es ist sehr wohl möglich, daß sie größtenteils durch Veränderungen in der Verteilung der Wärme innerhalb der Erdrinde, durch Wanderungen der Temperatur im Erdboden hervorgerufen werden. Denn bekanntlich ändert jeder Magnet seine Kraft mit der Temperatur: er ist stärker bei niedrigen und schwächer bei höheren Wärmegraden und kann der Erdmagnet, da er sehr groß und kompliziert ist, in dieser Hinsicht sehr empfindlich sein, d. h. es kann eine geringe Veränderung in der Verteilung der Temperatur des Erdbodens, welcher nach geologischen Untersuchungen im großen und ganzen in allen Zonen aus denselben Massen zusammengesetzt ist, also wohl überall dieselbe Beimischung magnetischer Massen enthält, eine bedeutende Änderung der magnetischen Kräfte bewirken. Hiergegen könnte man einwenden, daß die kältesten Stellen der Erdoberfläche nicht genau da liegen, wo die ganze Intensität *I* am größten ist und daß nur im allgemeinen *I* von den wärmeren Gegenden nach den kälteren hin zunehme. Man muß aber bedenken, daß die Temperatur des Erdbodens nicht die einzige Ursache der Veränderungen der magnetischen Kraft der Erde an irgend einem Punkte ihrer Oberfläche ist, sondern daß noch

andere Umstände, insbesondere die Verteilung der magnetischen Massen in und an der Erde, und auch die komplizierte Zusammensetzung der Erdrinde aus mannigfaltigen Stoffen, die Größe und Richtung von I beeinflussen. Eine Vergleichung des idealen Magnetismus F mit der Bodentemperatur läßt sich leider nicht durchführen, da letztere zu wenig bekannt ist.

Wenn die in Rede stehende Hypothese richtig ist, so ist anzunehmen, daß sich der Ort der niedrigsten Temperatur des Erdbodens, in Nordamerika, im Laufe der letzverflossenen drei Jahrhunderte von Nordwest nach Südost und in der südlichen Hemisphäre in entgegengesetzter Richtung, von Südost nach Nordwest bewegt habe.

Der magnetische Zustand der Erde in einem bestimmten Zeitmoment, Epoche genannt, wird durch 46 Koeffizienten $g\,h$ der Theorie bestimmt: also kann man die säkularen Änderungen desselben auch nur durch die Veränderungen aller $g\,h$ und der daraus abgeleiteten Elemente*) des Erdmagnetismus darstellen, wie ich es für die Jahre 1550 bis 1900 getan habe. Die Hoffnung, daß man aus den Veränderungen der magnetischen Axe der Erde Aufschluß über das Wesen des Erdmagnetismus erlangen könne, wie sie von Herrn G. Neumayer in einer seiner Reden über den Erdmagnetismus**) ausgesprochen worden, halte ich für unbegründet, da diese Axe nur von 3 Koeffizienten der Theorie, $g^{1,0}$, $g^{1,1}$ und $h^{1,1}$ abhängt und also die zeitlichen Variationen aller übrigen $g\,h$, deren Zahl 40 übersteigt, vernachlässigt werden.

Will man nur durch eins der 9 Elemente des Erdmagnetismus seine Natur und zeitliche Veränderungen anschaulich darstellen, so eignet sich dazu am besten der ideale Magnetismus F, welcher, wie die übrigen 8 Elemente, durch alle 46 $g\,h$ bestimmt wird und die Ursache der von uns beobachteten Erscheinungen repräsentiert. Nach der Gaussischen Theorie habe ich auch das Verhältnis der ganzen Kraft Ii der magnetischen Massen, welche ihren Sitz innerhalb der Erdrinde haben, zu der ganzen Kraft Ia der magnetischen Massen, welche von außen (z. B. von der Atmosphäre aus) wirken, berechnet und $Ii : Ia = 101 : 1$ gefunden; die inneren Kräfte übertreffen die äußeren also ganz bedeutend.

Die tägliche Periode oder die während eines Sonnentages erfolgenden Veränderungen der Richtung und Stärke der magnetischen Kraft der Erde habe ich auf Grund stündlicher, Tag und Nacht angestellter Beobachtungen an 27 Orten, welche über die ganze Erde vom 80. Grad nördlicher Breite bis zum 56. Grad südlicher Breite verteilt sind, ermittelt.

Die inneren und ebenso auch die äußeren Kräfte, welche die tägliche Periode verursachen, lassen sich als aus 3 Teilen bestehend betrachten: aus einem während des Sonnentages konstanten, aus einem während dieser Zeit gesetzmäßig variierenden und drittens aus einem lokalen Teile, der für jeden Ort besondere Werte annimmt. Den konstanten Teil habe ich mit Hilfe der Gaussischen Theorie berechnet: der konstante, äußere, von der Atmosphäre ausgehende Teil ist ein wenig größer als der innere, von der festen Erdrinde bewirkte. Was die Summe der inneren und äußeren Kräfte der täglichen Periode anbetrifft, so sind in der nördlichen Polarzone (Breite von $+90^\circ$ bis $+63^\circ$) die variierenden Kräfte durchschnittlich 6 mal so groß als die konstanten; und

*) Gauss hat neun Elemente eingeführt: Das Potential, den idealen Magnetismus, die nördliche, westliche, vertikale, horizontale und ganze Kraft, die Deklination und Inklination.

**) Cf. Meteorologische Zeitschrift. August 1902, Heft 8, p. 381 und 382.

endlich in der Zone, welche zu beiden Seiten des Äquators zwischen den Parallelen $+60^\circ$ und -60° enthalten ist, sind die variierenden Kräfte den konstanten an Größe nahezu gleich.

Die tägliche Periode ist sehr wahrscheinlich die Folge von elektrischen Strömen in der Atmosphäre und im Erdboden und auch der ungleichen Erwärmung des letzteren durch die Sonne.

Am Ende meiner oben erwähnten Publikation III findet man eine Kartenskizze der agonischen Linien für die Epochen 1550, 1650, 1700, 1780 und 1900. Aus ihr ist zu ersehen, daß diese Linien nicht immer progressiv in der Richtung von Ost nach West fortschreiten, sondern daß ihre Bewegungsrichtung zu verschiedenen Zeiten verschieden ist, und, da nun auch nach meinen Untersuchungen der magnetische Äquator, auf welchem die Inklination gleich Null ist, seine Lage auf der Erdoberfläche im Laufe der Zeit 1550 bis 1900 so gut wie garnicht verändert hat, obgleich die magnetischen Elemente mancher Orte bedeutend variierten, so schließen wir daraus, daß die erdmagnetischen Elemente in sehr verwickelter Weise, ähnlich wie die meteorologischen nach gewissen Zeiträumen zu nahe denselben Werten zurückkehren und daß wahrscheinlich der magnetische Zustand der Erde im großen und ganzen während der historischen Zeit (etwa 2 bis 3tausend Jahre) nahezu derselbe geblieben ist. Diese Ansicht wird gestützt z. B. durch die Nachrichten, welche wir von China besitzen, nach denen im Laufe der letzten drei Jahrtausende die magnetische Deklination dort numerisch bedeutende Werte nie erreicht hat, weil sonst die Chinesen dies gewiß bemerkt hätten.

Eine fortschreitende Bewegung der agonischen Linien rund um die Erde herum von Ost nach West, wie einige Gelehrte prophezeit haben, ist sehr unwahrscheinlich; ebenso ist die Schlußfolgerung, welche man aus der Polarität von Tongefäßen, die in Italien in Gräbern der Zeit 800 v. Chr. gefunden wurden, gezogen hat, daß nämlich vor ca. 2700 Jahren die Inklinationsnadel in Mittelitalien nicht, wie jetzt, ihren Nordpol, sondern ihren Südpol nach unten gekehrt habe, schwerlich zulässig*).



Luftdruck und Wetterprognose.

Von Heinrich Hepner.

Nicht nur der Landmann, der häufig seine ganze Jahresarbeit durch ein Unwetter gefährdet sieht, nicht nur der Astronom, der bei bedecktem Himmel nicht beobachten kann, nicht nur der Schiffer hat ein Interesse daran, zu wissen, wie sich das Wetter in den nächsten Tagen gestalten wird; wir alle sind in hohem Maße von der Gunst der Witterung abhängig. Wir brauchen gar nicht eine Landpartie oder ein winterliches Eislaufvergnügen vorzuhaben, um uns über schlechtes Wetter zu ärgern und über gutes zu freuen; wie oft rührt schlechte Laune nur von trübem Himmel und heitere Stimmung bloß von etwas Sonnenschein her. So ist es denn nicht verwunderlich, daß die Menschen schon früh den Versuch gemacht haben, das Wetter vorauszusagen, und ebenso natür-

*) Cf. Meteorologische Zeitschrift, Februar 1897, p. 53 und A. v. Humboldt, Kosmos, Bd. IV. p. 148 bis 149 und Anmerkung 24, p. 208 bis 210, Ausg. 1858. Über den Gebirgs-Magnetismus.

lich ist es, daß sie hierbei meist auf Abwege geraten sind, besonders da die wissenschaftliche Meteorologie erst im vergangenen Jahrhundert begründet wurde. Ihr wichtigstes Instrument ist das Barometer; wie man aber bald erkannte, war an eine wirkliche Forschung erst zu denken, seitdem täglich auf telegraphischem Wege die Barometerbeobachtungen vieler Orte Europas gesammelt und zu Wetterkarten zusammengestellt wurden. Allerdings müssen die Beobachtungen zu diesem Zwecke vorher auf das Meeresniveau und 0° reduziert werden, was für Berlin eine durchschnittliche Erhöhung um ca. 4 mm bedeutet.

Die Luftdruckverteilung über unserm Kontinent ist nämlich der ausschlaggebende Faktor für die Gestaltung der Witterung. Bekanntlich hat man sich die Einwirkung des Luftdrucks auf das Wetter folgendermaßen vorzustellen: Die Luft sucht jedes Gebiet niedrigen Luftdrucks auszufüllen; daher kommen die Winde vom Maximum und gehen nach dem Minimum, wobei sie freilich durch die Umdrehung der Erde und andere Ursachen am Erdboden um 40 bis 60°, in der Höhe um 60 bis 90° nach rechts abgelenkt werden*). Infolgedessen befindet sich die Luft über den Gegenden niedrigen Luftdrucks, die auch Cyklonen genannt werden, in einem Wirbel, der sich im umgekehrten Sinne des Uhrzeigers dreht; ein ähnlicher, aber weniger ausgeprägter Wirbel in umgekehrter Richtung entsteht über den Hochdruckgebieten (Maxima, Anticyklonen). Die sich im Minimum zusammendrängende Luft entweicht nach oben und kühlt sich dabei ab. Da nun kalte Luft weniger Wasserdampf zu fassen vermag als warme, muß sich ihre Feuchtigkeit zu Wasser kondensieren. So entstehen Wolken und Regen. Zugleich pflegt in der Cyklone stärkerer Wind zu herrschen als in der Anticyklone, da in jener sich gewöhnlich die Isobaren (Linien gleichen Luftdrucks) dichter drängen und die Winde um so stärker sind, je näher die Isobaren einander liegen.

Es wäre nun verfehlt, wenn man einfach sagen wollte, hoher Luftdruck bringe stets gutes, niedriger Barometerstand schlechtes Wetter; denn auch die Richtung, in der sich Cyklone und Anticykloue befinden, ist für den allgemeinen Charakter der Witterung, besonders aber für die Temperatur wichtig. Da nun in der Regel die Cyklonen in ostnordöstlicher Richtung fortschreiten, so kann man, wenn man die jeweils in der Abendzeitung veröffentlichte Wetterkarte betrachtet, voraussagen, wie diese am nächsten Tage wahrscheinlich aussehen wird. Weiß man nun noch, welche Witterung mit den einzelnen Arten der Luftdruckverteilung verbunden ist, so ist man im stande, selbst mit einiger Sicherheit das Wetter für die folgenden Tage zu bestimmen. Ich will daher nachstehend die wesentlichsten Druckverteilungstypen besprechen. Ich bin hierbei der Einteilungsweise Prof. van Bebbers gefolgt, habe jedoch seine fünf Grundtypen zur Erleichterung für den Laien noch durch drei Typen ergänzt. Außerdem habe ich der größeren Anschaulichkeit halber jeder Typusnummer einen Namen beigegeben.

Bei Typus I (Nordwestwindtypus) liegt ein Gebiet hohen Luftdrucks über Westeuropa, das Minimum meist über Finnland. Die Winde wehen aus WNW bis N, und das Wetter zeichnet sich durch große Unbeständigkeit aus. Plötzliche Regenschauer wechseln oft mit blauem Himmel ab, ein Zustand, den man mit dem nicht ganz zutreffenden Namen „Aprilwetter“ zu bezeichnen pflegt.

*) Daher pflegt die Richtung, in der die Wolken ziehen, von der Windrichtung an der Erdoberfläche bis zu 30° nach rechts abzuweichen.

Im Sommer bringt dieser Typus das kälteste und unangenehmste Wetter; im Winter, wo er weniger anhaltend ist, liegt die Temperatur nicht weit vom Nullpunkt. Dieser Typus entsteht aus dem Westwindtypus V und geht über in den Nordostwindtypus Ia oder noch häufiger in den Maximumtypus II. Auch kann auf ihn — wie übrigens auf alle Typen — der Westwindtypus folgen, besonders wenn I von langer Dauer war.

Der Typus Ia (Nordostwindtypus) bezeichnet ein meist kurzes Übergangsstadium von I zu III, bei dem das Barometer in der nördlichen Nordsee am höchsten steht. Die Temperatur ist im Sommer normal, im Winter ziemlich niedrig, der Himmel in der Mehrzahl der Fälle bewölkt; doch sind Niederschläge selten. Zuweilen entsteht hieraus auch der

Maximumtypus II. Bei diesem lassen sich zwei Fälle unterscheiden; entweder hat Berlin oder ein nicht zu weit nördlich davon gelegener Ort den höchsten Luftdruck, oder das Maximum liegt über Süddeutschland. Der stets schwache, oft gänzlich aufhörende Wind kommt im ersten Falle meist aus Osten, im zweiten aus Westen oder Südwesten. Der Himmel ist im Frühjahr und Sommer fast immer klar, im Herbst und Winter oft mit einer starken, gleichmäßigen Wolkenschicht bedeckt, die von gehobenem Nebel herrührt und besonders bei Fall 2 auftritt. Im Sommer ist das Wetter warm; im Winter, jedenfalls wenn Fall 1 vorliegt, kalt. Im übrigen ist der allgemein giltige Satz zu beachten, daß klarer Himmel im Winter kaltes, im Sommer warmes Wetter, bedeckter Himmel stets das Gegenteil begünstigt. Der Maximumtypus ist selten von langer Dauer; Fall 1 geht in den Ostwindtypus III oder den Schönwettertypus IV, Fall 2 in IV oder V über.

Typus III (Ostwindtypus) stellt sich als ein Maximum über der Ostsee dar. Der Himmel ist im Sommer heiter, im Winter bald bedeckt, bald klar; zu allen Jahreszeiten aber ist die Witterung trocken. Im Winter herrscht strenger Frost, und zwar nicht nur bei unbedecktem Himmel; im Sommer ist es mäßig warm. Der Typus ist sehr beständig und tritt im Herbst besonders häufig auf. Oft geht er in den Schönwettertypus über oder wechselt wohl auch mit diesem ab; zuweilen wird er auch von

Typus IIIa (Ostwind-Regentypus) abgelöst. Während bei III das Minimum über dem Mittelmeer oder Atlantischen Ozean liegt, befindet es sich hier über Süddeutschland oder Österreich. Die Temperatur ist im Sommer verhältnismäßig niedrig, im Winter nicht weit vom Nullpunkt entfernt. Der Typus bringt oft starke Niederschläge und unangenehme Ost- bis Nordostwinde. Er ist nicht von langer Dauer und geht eben so oft in III wie in IVa oder V über.

Typus IV, der richtige Schönwettertypus, steigert freilich im Sommer die Temperatur bisweilen zu einer unangenehmen Hitze, begünstigt dagegen im Winter einen mäßigen Frost. Er wird gekennzeichnet durch ein Maximum im Südosten, seltener im Osten, dem eine Depression über den Britischen Inseln gegenübersteht. Die Winde wehen aus O bis SSO und sind zumeist schwach. Der Himmel ist fast stets heiter, Niederschlag ist bei Typus IV im letzten Jahre nie beobachtet worden. Der Typus entsteht aus II oder III, hält meist 3—7 Tage — auch länger — an und geht dann fast immer in IVa über.

Der Südwindtypus IVa unterscheidet sich von dem vorhergehenden dadurch, daß das Maximum in die Ferne, das Minimum erheblich näher gerückt ist. Am besten erkennt man das daran, daß bei dem Schönwettertypus die Isobaren in unserer Gegend nach einem Mittelpunkt im SO hin, bei IVa aber nach

NW einwärts gekrümmt sind. Dabei kann die Depression ihr Zentrum noch in England haben, aber durch große Ausdehnung oder vorgeschobene Teildepressionen ihre Wirkung bis zu uns hin geltend machen. Feder- und Schichtwolken

I. Nordwestwindtypus.



IIIa. Ostwind-Regentypus.



Ia. Nordostwindtypus.



IV. Schönwettertypus.



II. Maximumtypus.



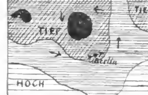
IVa. Südwindtypus.



III. Ostwindtypus.



V. Westwindtypus.




sehr hoch hoch mittel tief sehr tief

sowie ein rasches Drehen des Windes von SO nach S oder SW pflegen den Eintritt des Typus zu bezeichnen*). Die Bewölkung nimmt darauf rasch zu,

*) Übrigens kann IVa auch aus III oder IIIa entstehen.

und schon nach wenigen Stunden kann ein Regen, im Sommer ein Gewitter, einsetzen. Dieser Vorgang kann sich sogar einige Male wiederholen, in der Regel aber tritt bald Typus V, der Westwindtypus, ein. Die Temperatur ist im Winter milde und gewöhnlich im Steigen begriffen, im Sommer bis zum Eintritt des Gewitters warm und schwül.

Der Typus V (Westwindtypus) ist insofern als der wichtigste anzusehen, als er aus allen übrigen Arten der Druckverteilung hervorgehen und sich in alle Typen verwandeln kann, dann aber auch, weil er zweifellos der dauerhafteste Typus ist. Wochen, ja Monate lang können die Depressionen im Norden, die für ihn charakteristisch sind, eine nach der andern vorüberziehen; er ist auch verantwortlich für alle verregneten Sommer und eislosen Winter. Denn das Wetter ist unter seinem Regime meist trübe und regnerisch und zwar im Sommer kühl, im Winter warm. Abgesehen von diesen allgemeinen Merkmalen zeigt jede Einzeldepression in mehr oder weniger ausgeprägter Weise drei Phasen: die erste entspricht in jeder Weise dem Typus IVa, bringt also z. B. Südwestwind und im Sommer Gewitter; die zweite Phase zeigt am deutlichsten die charakteristischen Merkmale des Westwindtypus und wird häufig von recht starken Westwinden begleitet; die dritte fehlt oft ganz, besonders im Winter, kann dagegen im Sommer recht andauernd sein; sie deckt sich mit dem Nordwestwindtypus I, doch sind die Niederschläge reichlicher. Zwischen zwei Depressionen kann manchmal starkes Steigen des Barometers schönes Wetter bringen; diese gewöhnlich schnell vorübergehende Erscheinung, der sog. Keil, würde als eine Abart des Maximumtypus (Fall 2) anzusehen sein.

Die hier angegebene Methode der Wetterprognose, die auf keiner Theorie, sondern auschließlich auf den Ergebnissen der Praxis beruht, gibt, wie schon bemerkt, nur auf wenige Tage, mit Sicherheit eigentlich nur auf einen Tag hinaus Auskunft. Daraus ergibt sich von selbst die Wertlosigkeit jener Prophezeiungen, die auf Monate hinaus die Witterung jedes einzelnen Tages bestimmen wollen. Dagegen ist die Möglichkeit, den Wettercharakter längerer Perioden im Voraus anzugeben, nicht von der Hand zu weisen. Ist nämlich irgend ein Wettertypus in der letzten Zeit seltener als normal vorgekommen, so ist zu erwarten, daß er in der Folge um so häufiger auftreten wird. Es sei daher hier die Häufigkeit der einzelnen Typen in 12 beobachteten Monaten angegeben: I 39, Ia 16, II 36, III 41, IIIa 11, IV 45, IVa 34 und V 141 Mal. Da nun in normaler Weise I öfter und IVa seltener vorgekommen sein müßten, würden die Durchschnittszahlen etwa lauten (in Prozenten):

Typus I	— 13 %	IIIa	— 3 %
Ia	— 5 -	IV	— 11 -
II	— 10 -	IVa	— $9^1/_2$ -
III	— $10^1/_2$ -	V	— 38 -

Danach würden z. B. in den letzten Tagen des April und im Mai öfters die Typen I, Ia und III zu erwarten sein, d. h. vorwiegend kühles, trockenes Wetter mit wechselnder Bewölkung.



Zum 100. Geburtstage des Chemikers Justus von Liebig.

Justus Liebig, einer der genialsten deutschen Naturforscher, wurde am 12. Mai 1803 in Darmstadt geboren. Nachdem er die Schule ohne Abschlußexamen verlassen und auch in der Lehre bei einem Apotheker in Heppenheim nur einige Monate ausgedauert hatte, widmete er sich dem Studium der Chemie, zuerst in Bonn und Erlangen, dann in Paris, wo er, empfohlen durch A. v. Humboldt, das große Glück hatte, in dem Laboratorium Gay-Lussacs arbeiten zu dürfen. Nach der Rückkehr in die Heimat wurde ihm, dem erst Einundzwanzigjährigen, abermals auf eine Empfehlung v. Humboldts hin, die außerordentliche und bereits anderthalb Jahre später die ordentliche Professur für Chemie an der Universität Gießen übertragen. Hier in Gießen gründete Liebig das erste chemische Unterrichtslaboratorium in Deutschland, welches später weitberühmt und für alle andern Laboratorien vorbildlich werden sollte. Durch seine wissenschaftlichen Arbeiten ist Liebig einer der hervorragendsten, wenn nicht der hervorragendste Bahnbrecher auf dem Felde der bis dahin sehr vernachlässigten organischen Chemie geworden. Ich erwähne hier nur die grundlegende Arbeit über die Analyse der organischen Verbindungen, in welcher er den noch heute allgemein gebräuchlichen „Liebig'schen Kaliapparat" beschreibt, ferner die gemeinschaftlich mit Friedrich Wöhler angestellten „Untersuchungen über das Radikal der Benzoësäure", durch die die als Vorläufer der Strukturchemie sehr wichtige „Radikaltheorie" zur Geltung kam, und schließlich seine „Untersuchungen über die Konstitution der organischen Säuren" (1838), welche den Begriff der mehrbasischen Säuren, sowie den Unterschied zwischen sauren, neutralen und basischen Salzen in die chemische Wissenschaft einführten und die richtige Definition einer Säure als einer Wasserstoffverbindung, deren Wasserstoff durch Metalle vertreten werden kann, gaben. — Von dem Jahre 1840 an war Liebigs Streben hauptsächlich auf die Anwendung der eben erst geschaffenen organischen Chemie auf die Physiologie gerichtet. In der Physiologie sind Liebigs Forschungen durch ihren Inhalt, noch mehr aber durch ihre Methodik von höchster Bedeutung geworden. Er zeigte, daß die Pflanze aus dem Boden und aus der Luft die anorganischen Stoffe aufnimmt und aus ihnen die komplizierten organischen Verbindungen zusammensetzt, welche dann im Tiere wieder in die anorganischen Bestandteile zurückverwandelt, nämlich durch den eingeatmeten Sauerstoff verbrannt werden. Ferner hat Liebig zuerst die Nahrungsstoffe in die stickstoffhaltigen, eiweißartigen Substanzen, aus denen der Körper mit seinen Organen aufgebaut wird, und die stickstofffreien Kohlehydrate, welche, indem sie verbrennen, die Körperwärme erzeugen, eingeteilt. Für die Pflanze insbesondere wies Liebig, gestützt auf genaue Analysen der Pflanzenaschen, die große Wichtigkeit der in der Pflanze enthaltenen Mineralstoffe nach, welche man bis dahin für zufällige, nur von der Natur des Bodens, auf dem die Pflanze gerade wuchs, abhängige Bestandteile gehalten hatte. — Die praktischen Folgerungen, die Liebig aus seinen wissenschaftlich - theoretischen Ergebnissen zog, leiteten ihn zu der Darstellung des jedem wohlbekannten, zuerst 1864 in Fray Bentos in Argentinien von der *„Liebig's Extract of Meat Company"* im großen fabrizierten Fleischextraktes, und zur Einführung des künstlichen, des Mineraldüngers, welcher heute für die Landwirtschaft unentbehrlich ist. — Die äußeren

Ehren wurden Liebig nicht versagt: 1845 wurde er in den Freiherrnstand erhoben und 1860 wurde er, nachdem er 1852 nach München übergesiedelt war, zum Präsidenten der Königlich Bayerischen Akademie der Wissenschaften ernannt, als welcher er am 18. April 1873 starb. In den Annalen der Wissenschaft wird sein Name stets unter den ersten genannt werden.

Werner Mecklenburg.

Aus dem Leserkreise.

Die Mondfinsternis vom 11./12. April 1903, beobachtet zu Münster im Oberelsass.

Da ich nach der allgemeinen Wetterlage und aus einem sich aus den Beobachtungen selbst ergebenden Grunde kaum annehmen kann, daß die Mondfinsternis der vergangenen Nacht in Norddeutschland*) von Wolken unverhüllt blieb, teile ich meine Beobachtungen im äußersten Südwesten Deutschlands in aller Kürze mit. Der von vorzeitlichen Gletschern ausgepflügte Talzirkus der Fecht bei Münster ist so tief in die Ostseite der Hochvogesen eingebettet, daß einer Trübungs- und Niederschlagsperiode gewöhnlich ein oder mehrere Tage verhältnismäßig warmen und sehr klaren Wetters vorausgeht. So war es auch gestern, und abends strahlte der Vollmond an einem gänzlich ungetrübten Himmel. Um so mehr überraschte mich, daß die bei Mondfinsternissen sonst beobachteten Färbungserscheinungen der verdunkelten Scheibe im Kernschatten vollkommen, im Halbschatten fast ganz ausblieben. Ich lasse meine Aufzeichnungen im Wortlaut folgen. Zur Beurteilung derselben bemerke ich, daß die Uhr auf genaue mitteleuropäische Zeit, nach der täglich telegraphisch übermittelten Bahnzeit, gestellt war, daß mir außer einem einfachen und einem doppelten Feldstecher, mit 2- bezw. 3facher Vergrößerung, ein Kleist'scher Refraktor mit etwa 30facher Vergrößerung zur Verfügung stand und daß mir bei den Beobachtungen mein Hauswirt, Herr Steinbrenner, Ingenieur a. D. der Bahnlinie Paris-Lyon-Méditerranée, geholfen hat.

Beginn der Verfinsterung bemerkt $11^h\ 32^p$

Zeit (MEZ)	rötester	hellster ungefärbter	dunkelster Teil	Bemerkungen
11. $11^h\ 35^p$	?	9. 11.	14.	13. 15. 18. gelblich grau
40	15.	9. 11.	14.	13. 15. 18. rötlich gelbgrau
45	18.	9. 11.	14.	13. 15. 18. desgl.

Vorläufig ganz entsprechende Verhältnisse bei zunehmender Verfinsterung.

Zeit (MEZ)	rötester	hellster ungefärbter	dunkelster Teil	Bemerkungen
12. $12^h\ 15^n$ Mond etwa zur Hälfte verfinstert.				
30				5. 8. 10. 21. 22. mehr rötlich
1 9		12. 23. 24.		11. 10. 21. 22. grau
20	12.	23. 24. 22.		11. 10. 21. 22. etwas roströtlich
25		24.		11. 10. 21. 22. bläulich grau
35	20.	24. 22. (breiter)		11. 10. 21. 20. desgl.

(Nach dem Archenholdschen Schema, „Weltall" Jg. 2 S. 178.)

*) Die Mondfinsternis war in Treptow in ihrem ganzen Verlauf gut sichtbar und habe ich mit dem großen Fernrohr 21 Aufnahmen gemacht, die sehr gut geworden sind uud z. T. in einem der nächsten Hefte reproduziert werden sollen. Der Herausgeber.

Die Beobachtungen wurden abgebrochen, nachdem zwischen $1^h\ 20^m$ und $1^h\ 25^m$ der Höhepunkt der Verfinsterung überschritten war. Vom weiteren Verlauf war nichts weiteres zu erwarten, als daß die sehr schmale helle Sichel unter zunächst sehr langsam zunehmender Verbreiterung über West nach Südsüdwest wandern und dort den Ausgangsteil für die Wiederaufhellung der Mondscheibe bilden würde.

Beim Höhepunkt der Verfinsterung war besonders eindrucksvoll die tiefe Dunkelheit, die sich über die vorher im Mondschein weithin sichtbar gewesene Berglandschaft ausbreitete. Die etwas heller leuchtenden Sterne, auch der Mars, trugen wenig bei zur Milderung dieser geradezu unheimlich wirkenden Erscheinung.

Vor allem auffallend an den Beobachtungen aber war die absolute, schwarze Finsternis, in der der beschattete Teil des Mondes versunken war. Die angegebenen Färbungen der schmalen Übergangszone zu dem unbeschatteten Segment waren auch nur andeutungsweise zu erkennen. Der Farbenwechsel vor und nach der Beobachtung um $1^h\ 20^m$ von grau zu roströtlich und von da wieder zu bläulichgrau schien mir in seinem zweiten Teile erst eine Folge des Kontrastes gegen das eben vorher etwas stärker empfundene gelbe Licht der Petroleumlampe. Die Fortdauer des bläulichen Tones in der Folgezeit ließ mir diesen aber völlig reell erscheinen.

Von einer weiteren Sichtbarkeit des Erdschattens, über die Mondscheibe hinaus, war trotz schärfster Nachforschung nichts zu bemerken.

Die absolute Verfinsterung der beschatteten Mondscheibe ließ auf eine weithin ausgebreitete und sehr dichte Trübung der Atmosphäre durch Bewölkung schließen, von der das Münstertal und seine nähere Umgebung also eine stark kontrastierende Ausnahme gebildet haben muß.

Münster (Oberelsaß), 12. April 1903. Wilhelm Krebs.



Ein Gönner unserer Zeitschrift, der nicht genannt sein will, hat für 100 Mk. je 5 Exemplare unserer Zeitschrift „Das Weltall" von Jahrgang I und II in Originaleinband angekauft und der Redaktion die Verteilung derselben überlassen. — Wir möchten diese Exemplare öffentlichen Bibliotheken zuwenden, die keine staatliche Subvention erhalten, und bitten um diesbezügliche Anträge bezw. andere Vorschläge. Die Redaktion.

* * *

Zur Beobachtung der totalen Sonnenfinsternis am 30. August 1905 hat der „Verein von Freunden der Treptow-Sternwarte" in seiner letzten Vorstandssitzung beschlossen, eine Expedition unter Leitung des Vereins-Vorsitzenden, des Herausgebers dieser Zeitschrift, auszurüsten.

Wir teilen über diese Finsternis vorläufig folgendes mit: Die Totalitätszone wird in Europa nur Spanien berühren, und zwar setzt diese an der Westküste bei Castropol ein mit einer Dauer von 3^m $48,5^s$ mittags um 12^h 47^m, um 12^h 54^m findet sie bei Burgos statt und verläßt unweit Albocacer die Ostküste Spaniens um 1^h 3^m; hier hat sie noch eine Dauer von 3^m 45^s. Da in Spanien im August um die Mittagszeit fast immer klarer Himmel ist, so dürfte die Aussicht auf Erfolg besonders günstig sein. F. S. Archenhold.

* * *

Ein Schutzanzug gegen elektrische Hochspannung ist von Prof. Artemieff in Kijeff (Rußland) erfunden worden und wird jetzt von der Firma Siemens & Halske in den Handel gebracht. Der Schutzanzug, welcher über der gewöhnlichen Kleidung getragen wird und auch Kopf und Hände schützt, besteht aus einem auf Leinwandstoff gearbeiteten, feinen, biegsamen Metallgewebe. Seine Wirkung ist eine doppelte: Erstens stellt er zwischen zwei Punkten des menschlichen Körpers Kurzschluß her; da der Widerstand des Schutzanzugs nur 0,01 Ohm gegen einen Widerstand des menschlichen Körpers von über 2000 Ohm von Hand zu Hand gemessen beträgt, ist der bei Entstehung einer hohen Potentialdifferenz durch den Körper fließende Seitenstrom 200000 mal so schwach als der durch den Anzug gehende Strom, mithin in den meisten Fällen unschädlich. Zweitens verhindert der Schutzanzug das Eindringen von Entladungsströmen in den menschlichen Körper. Gegen geringe Ströme (1—2 Ampère) ist der Anzug, wie Experimente gelehrt haben, vollkommen widerstandsfähig, bei Strömen bis zu 30 Ampère können Brandstellen an dem Schutzanzug entstehen, und erst nach größeren Kurzschlußströmen kann der Körper an der Austrittsstelle des entstehenden Lichtbogens mehr oder minder starke Brandwunden davontragen; in diesem Falle schützt also der Anzug nur gegen Tötung, nicht aber immer gegen Verletzung. Werner Mecklenburg.



Schutzanzug von Prof. Artemieff.

* * *

Zwei Astronomische Vortragscyklen der „Freien Hochschule" werden von Herrn F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte, im Frühling auf der Treptow-Sternwarte gehalten.

Cyklus I „Der gestirnte Himmel". Der Cyklus ist zehnstündig und findet Sonnabend abends von 6 bis 3/4 8 Uhr statt. Hörgebühr mit 1 Mk. Zuschlag Beginn: Sonnabend, 25. April. Das Programm weist folgende Punkte auf:

I. Der scheinbare Lauf von Sonne, Mond und Fixsternen am irdischen Sternenhimmel. Drehung der Erde. II. Die Sonne. Die Flecken, Fackeln und Protuberanzen. Die Temperatur der Sonne. III. Die Planeten. Merkur und Venus. Die Beschaffenheit vom Mars, seine Kanäle und Eisfelder. Jupiter. Saturn und seine Ringe. Uranus und Neptun. IV. Der Mond, seine Krater, Ebenen und Rillen. Mond- und Sonnenfinsternisse. Ebbe und Flut. V. Kometen und Sternschnuppen. Die

Kometenfurcht und Weltuntergangsprophezeiungen. - VI. Die Fixsterne. Ihre Helligkeit und Entfernung. VII. Nebelflecke und Sternhaufen. VIII. Unsere Erde und ihre Atmosphäre. Der Erdmagnetismus und die Luftelektrizität. Blitze. Die gewöhnlichen Wolken. Leuchtende Nachtwolken. IX. Astronomische Instrumente. Die Zeit- und Winkelmesser. Moderne Riesenfernrohre. X. Anleitung zur Beobachtung des gestirnten Himmels. Übungen im Aufsuchen der Sternbilder.

Cyklus II „Weltanschauung und Himmelskunde". Der Wandel des Weltbildes unter dem Einfluß der Himmelsbeobachtung mit Vorführung von Lichtbildern, Sonntag mittags von 11 bis $^3/_4$ 1 Uhr. Er ist zehnstündig und beginnt am 26. April. Hörgebühr mit 1 Mk. Zuschlag. Das Programm weist folgende Punkte auf:

Die Mächte des Lichtes und des Dunkels, Gut und Böse. — Horizont, Höhe, Azimut. Drehung der Erde. Tag und Nacht. — Woche, Monat und Jahr. — Sonne, ihre Verehrung. — 12 Sonnen- und 28 Mondhäuser. Milchstraße als Weltschlange. — Sternkunde der Chaldäer, Ägypter und Chinesen. — Sintflut und Schöpfung. — Sterndeutung und Teufelsglaube. — Die Messiasidee. — Buddah, Confucius, Jesus. — Astrologie im Mittelalter. — Kopernikus, Giordano Bruno, Galilei. — Der Sieg des Unendlichkeitsgedankens.

Karten für Damen und Herren sind im Bureau der Treptow-Sternwarte und in folgenden Buchhandlungen zu haben:

Nicolai'sche Buchhandlung, NW. 7, Dorotheenstraße 75.
Georg Plothow, W. 35, Potsdamerstraße 113.
Richard Rühle, S. 42, Oranienstraße 150.
A. Seydel, Charlottenburg, Berlinerstraße 134 a.

Bücherschau.

Eduard Freiherr von Lade, Das Problem der unmittelbaren Ausnutzung der Sonnenenergie und ein neuer Vorschlag zu seiner Lösung. Köln 1903. Kölner Verlagsanstalt und Druckerei A.-G.

Der Verfasser ist bereits durch seine Beschreibung des Mondes mit Erläuterung zum Relief-Mond-Globus auf astronomischem Gebiete vorteilhaft bekannt und selbst Besitzer einer kleinen Sternwarte in Geisenheim.

Wer aus eigener Anschauung die ungeheuren Energiemengen kennt, welche durch die Strahlung der Sonne in den Weltenraum und auch auf die Erde gesendet werden, wird immer lebhafter wünschen, diese Strahlung zum Nutzen der Menschheit zu verwenden. Der Gedanke, die Sonnenstrahlen in dem Brennpunkte von Hohlspiegeln, die dem scheinbaren Lauf der Sonne durch ein Uhrwerk nachgeführt werden, zu konzentrieren und zur Erwärmung von Wasser bezw. zur Speisung von Dampfkesseln zu benutzen, ist zuerst in Algier und später in Californien ausgeführt worden. Der in Californien benutzte Apparat pumpt in einer Minute 5600 Liter Wasser hoch, welches benutzt wird, um große Flächen öden Landes in blühende Gefilde zu verwandeln; auch wird derselbe Apparat benutzt, um elektrisches Licht zu erzeugen, jedoch gehen hierbei $^{19}/_{20}$ der aufgefangenen Sonnenenergie verloren.

Freiherr von Lade macht nun den Vorschlag, die Sonnenenergie unmittelbar in elektrische Kraft mittels Thermo-Batterien umzusetzen. Hierbei ist ein viel geringerer Verlust zu erwarten. Der Lade'sche Vorschlag geht dahin, die in den Brennlinien bezw. Brennpunkten von kegel- oder zylinderförmigen oder sphärischen Hohlspiegeln konzentrierten Sonnenstrahlen auf Thermo-Batterien wirken zu lassen und deren Strom zum Laden von Akkumulatoren zu benutzen.

Wir wünschen mit dem Verfasser, daß recht bald berufene Techniker sich dieser Idee bemächtigen und sie zur Ausführung bringen. F. S. Archenhold.

* * *

Professor Dr. S. A. Arrhenius, Lehrbuch der kosmischen Physik. 2 Bde. Mit zahlreichen Abbildungen. Verlag G. Hirzel, Leipzig 1903.

Wohl keiner ist so berufen wie Arrhenius, ein Lehrbuch der kosmischen Physik zu schreiben. Seit vielen Jahren ist er an dem Ausbau dieses Wissenszweiges durch eigene Forschung stark beteiligt. Wir können dem Verfasser dankbar sein, daß er in einem Lehrbuch in systematischer und übersichtlicher Form die sonst nur schwer zugänglichen und in den verschiedensten Zeitschriften verstreuten Forschungsergebnisse zusammengefaßt hat. Für Dozenten wie für Studierende wird das Arrhenius'sche Buch unentbehrlich werden. Beim Durchlesen der einzelnen Kapitel, die in den

drei Hauptabschnitten: „Physik des Himmels", „Physik der Erde", „Physik der Atmosphäre" behandelt werden, wird man erst gewahr, welche schnelle Entwicklung gerade die kosmische Physik in den letzten Jahren genommen hat und welche Förderung ihr durch die aufstrebenden Zweige der physikalischen Chemie und modernen Physik zu Teil geworden ist. Daß das Buch auch einem dringenden Bedürfnisse entspricht, was man nicht immer von neuen Lehrbüchern sagen kann, geht aus dem Vergleich mit älteren Lehrbüchern auf diesem Gebiete hervor. Der Inhalt ist so reichhaltig, daß wir im Rahmen einer Besprechung ihn nicht erschöpfend darstellen können und wir täten Unrecht, einzelne Kapitel besonders hervorzuheben, da man in fast allen Kapiteln auf Neues und Originelles stößt. Es wäre wünschenswert, wenn bei einer Neuauflage, die sicher bald zu erwarten ist, bei der Auswahl der astronomischen Illustrationen etwas mehr Wert auf die neusten Darstellungen gelegt würde.

F. S. Archenhold.

* * *

Dr. Franz Linke, Moderne Luftschiffahrt. Mit 37 Abbildungen auf 24 Tafeln. Berlin 1903. Verlag von Alfred Schall.

Der Verfasser, welcher selbst durch seine wissenschaftlichen Luftschiffahrten bekannt geworden ist, hat in dem vorliegenden Buche, unterstützt durch die reiche Ausstattung, welche der Verlag demselben hat zu Teil werden lassen, ein Werk geschaffen, welches geeignet ist, in fesselnder Weise den Leser mit dem neuesten Stand der Ballonfahrten bekannt zu machen. Das Buch gliedert sich in 7 Kapitel: 1. Die Entwicklung der Luftschiffahrt. 2. Technik der Luftschiffahrt, 3. Fahrtbeschreibungen, 4. Wissenschaftliche Luftschiffahrt, 5. Registrier- und Fesselballon; Drachen, 6. Militärische Luftschiffahrt, 7. Lenkbare Luftschiffahrt. Bei den Schilderungen der Hoch- und Nachtfahrten, der Fahrten über das Meer und über die Alpen läßt der Verfasser alle Aufregungen, aber auch die Poesie einer Ballonfahrt den Leser miterleben. Die Zusammenstellung der wissenschaftlichen Ergebnisse der Luftschiffahrten nimmt einen großen Teil der Beschreibungen ein. Auch findet die Verwendung des Luftballons in der Astronomie, die Beobachtung der Sternschnuppenschwärme, Erwähnung.

In unserer Beilage findet der Leser zwei Illustrationsproben, welche mit gütiger Erlaubnis des Verlages dem Werke entlehnt sind. Sie lassen die Bedeutung der Luftschiffahrt für das Studium der Wolkengebilde besonders schön hervortreten. Wenn auch die Wolken dem Luftschiffer oft die Aussicht auf die Erde verdecken, so entzücken sie ihn durch den großartigen Anblick der überall emporquillenden weißen Wolkenköpfe. Aus bedeutender Höhe geben diese Köpfe dem Ganzen das Aussehen eines Wolkenmeeres. Der Anblick unterscheidet sich nur von dem Wassermeer durch die Lautlosigkeit, mit der das Wogen und Wallen der Wolkenschichten vor sich geht. — Der Verfasser wird seinen Zweck, durch seine Darlegungen das Verständnis für die Luftschiffertätigkeit und eine richtige Würdigung der großen Fortschritte auf diesem Gebiete in weitere Kreise zu tragen, vollauf erreichen. Kein Leser wird das Buch ohne große Befriedigung aus der Hand legen.

F. S. Archenhold.

Fragekasten.

Frage: Wann finden die Finsternisse des Jahres 1905 statt und wo sind sie sichtbar?

Antwort: I. Part. Mondfinsternis Februar 19., sichtbar in Berlin $6^h 47^m - 9^h 0^m$.

II. Ringförmige Sonnenfinsternis, unsichtbar in Berlin März 5. M. Z. Berlin (sichtbar in Südostafrika, Süd-Madagaskar, Australien, Neuseeland, südl. Eismeer).

III. Part. Mondfinsternis August 14, teilweise sichtbar in Berlin $15^h 32^m - 17^h 37^m$.

IV. Totale Sonnenfinsternis August 29./30., sichtbar im Osten Nordamerikas, nördl. atlant. Ozean, nördl. Hälfte Afrikas, Europa (total in Spanien), westl. Asien und nördl. Polargegenden.

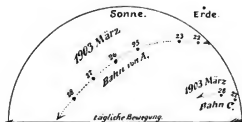
* * *

Frage: Auf welche Daten fallen 1905 die Anfänge der Jahreszeiten?

Antwort: Die Daten der Jahreszeitenanfänge 1905 sind nach Berl. Astron. Jahrbuch 1905 folgende:

	astronomisch:	bürgerlich:
Frühlingsanfang	20. März 20^h Berlin	21. März 8^h früh
Sommeranfang	21. Juni 16^h -	22. Juni 4^h -
Herbstanfang	23. Septbr. 6^h -	23. Septbr. 6^h abends
Winteranfang	22. Dezbr. 1^h -	22. Dezbr. 1^h mittags.

Für die Schriftleitung verantwortlich: F. S. Archenhold, Treptow-Berlin; für den Inseratenteil: C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin W.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.



tägliche Bewegung.

Hummerscheerenartiger Kern aus A.
1h·10m. um 1h·20m.

A
B

I. beob. 1903 März 22 von 1h 0m - 10m.

A
B

II. beob. 1903 März 23 von 1h 30m - 45m.

(11h 35m)
(11h 25m)
B

A

Treptow-Sternwarte. del. F. S. Archenhold.

III. beob. 1903 März 25 von 11h 20m - 30m Vorm.

Mehrere Sonnenfleckengruppen, gezeichnet von F. S Arche

1903, Mär

…nfleckengruppen vom 22. bis 29. März 1903).

tägliche Bewegung

A

IV. beob. 1903 März 26. von 10h 40m–50m Vorm.

A

Va. beob. 1903 März 27 von 10h 50m–55m.

A

VIa. beob. 1903 März 28 von 10h 25m–30m.

A

VII. 1. Teil. beob. 1903 März 29 von 5h 15m–30m.

D

C

VIb. beob. 1903 März 28 v. 10h 40m 50m.

C

Vb. beob. 1903 März 27 v. 11h 5m–10m.

Treptow-Sternwarte

del. F. S. Archenhold.

VII. 2. Teil. beob. 1903 März 29 von 5h 15m–30m.

…nhold am Sucher und grossen Refraktor der Treptow-Sternwarte.


…z 22. – 29.

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

3. Jahrgang. Heft 16. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte. 1903 Mai 15.

Verlag von C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin.

Diese Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. — Abonnementspreis vierteljährlich Mark 2.— (Ausland Mark 2.50), einzelne Nummer 50 Pfg. franko durch den Verlag, Berlin W. 35, Schöneberger Ufer 43, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungspreisliste 8344).

INHALT.

Ueber Eiszeiten und das Klima der geologischen Vergangenheit.

Von Prof. Dr. F. Frech (Breslau).

Die Geschichte der Erde zeigt geographische und klimatische Umwälzungen von so gewaltiger Ausdehnung, daß die Geschichte des Menschengeschlechtes im Vergleich damit die Charakterzüge eines Stillebens trägt. Die Lehre von den „Weltkatastrophen", die bis zur Mitte des vorigen Jahrhunderts die Geologie beherrschte, ist zwar einer Auffassung gewichen, welche mit größeren Zeiträumen rechnet; aber das Ausmaß der geographischen und klimatischen Veränderungen ist auch nach der Kritik neuerer Forschung ein ganz gewaltiges: Man denke nur an die jüngste (quartäre) Eiszeit, die ihre Spuren mit energischem Griffel tief in das Antlitz der Nordhemisphäre eingeschrieben hat.

Etwa gleichzeitig mit der großen Ausdehnung der kanadischen und skandinavischen Eismassen bedeckte das Vorschreiten des Eismeers und des Kaspisees fast den ganzen Osten des europäischen Rußlands. Die Bedeutung dieser beiden Ereignisse, welche nach dem Erscheinen des Menschengeschlechtes auf der Erde erfolgten, geben eine Vorstellung von den Veränderungen, die unser Planet in den Jahrmillionen seines selbständigen Bestehens durchlaufen hat.

Nach den Gründen des klimatischen Wechsels hat der forschende Geist unablässig gesucht und die Lösung des Rätsels bald auf kosmischem, bald auf irdischem Gebiete zu finden gehofft. Bei kosmischen Erklärungen*) müßte ein regelmäßiger Wechsel von Kälte- und Wärmeperioden nachweisbar sein. Da der Wechsel jedoch in unregelmäßigen Zeiträumen erfolgt, dürfte das Urteil eher von den Geologen, als den Astronomen zu fällen sein.

*) S. 2. Sonnennähe und Sonnenferne der Erde.

Änderungen in der geographischen Verteilung von Festland und Meer werden von größter Bedeutung für die Verteilung der Wärme und den Niederschlag sein. Man denke nur an die Gegensätze von ozeanischem und kontinentalem Klima unter gleichen Breitegraden derselben Hemisphären oder an die heutigen klimatischen Verschiedenheiten der nördlichen kontinentreichen und der südlichen, vorwiegend vom Ozean bedekten Hemisphäre. Das Bouvet-Eiland liegt im antarktischen Meere nahe dem gleichen Breitengrade wie Rügen und Helgoland und ist bis zum Meeresspiegel mit ewigem Eis und Schnee bedeckt.

Ohne Berücksichtigung der rein geographischen Änderungen ist eine Lösung der Rätsel nicht denkbar, welche uns das Klima der Vorzeit aufgibt. Doch kann diese Seite der Frage nur mit Hülfe zahlreicher Karten und eingehender geologischer Darlegungen erörtert werden und muß daher hier zunächst außer Betracht bleiben.

Andererseits würde jedoch eine noch so abweichende Verteilung der jetzt der Erde zukommenden Wärmemenge niemals die Tatsache erklären, daß in einer nur durch die Dauer einer geologischen Periode von der Eiszeit getrennten Zeitspanne bis zum 80.° nördlicher Breite hinauf ein warm-gemäßigtes Klima herrschte. Wir bedürfen somit eines Faktors, der in verhältnismäßig kurzer Zeit die atmosphärische Wärme erheblich zu erhöhen oder zu erniedrigen vermag. Die Eiszeit oder die Eiszeiten sind auf die umgekehrte Wirkung derselben Ursache zurückzuführen, welche auch höhere Temperaturen hervorzurufen vermag.

Eine allgemeine Erhöhung der irdischen Wärme muß auch die Äquatorialgegenden betreffen und es liegt der Gedanke nahe, daß hier Hitzegrade entstehen könnten, bei denen alles organische Leben getötet wird. Allerdings ist in tropischen Wüsten, d. h. bei ungehinderter Sonnenbestrahlung eine enorme Temperaturhöhe möglich. Sind doch in der nubischen Wüste bis zu 72° C. beobachtet worden, und es ist wahrscheinlich, daß bei einer im allgemeinen höheren Erdwärme auch diese unheimliche Zahl noch überschritten werden kann.

Doch kommen die Wüsten für die Entwicklung des organischen Lebens überhaupt nicht in Frage; andrerseits besitzen wir aus allen Abschnitten der Erdgeschichte, auch aus solchen mit höherer Durchschnittswärme, Beweise dafür, daß die Meere und Kontinente zwischen den Wendekreisen keine ausgebrannte oder ausgekochte Einöde bildeten. Abgesehen von tatsächlichen Beobachtungen läßt sich auch der theoretische Beweis führen, daß unter Voraussetzung eines frostfreien Klimas an den Polen diese Temperatur-Erhöhung keine excessiven Wärmegrade, keine kochenden Meere in einem tropischen Seeklima bedingt.

1. Jeder Wärmesteigerung folgt im feuchten Tropengebiet zunächst eine stärkere Verdunstung, d. h. die Bildung von Wasserdampf. Nach Erreichung des Sättigungsgrades der Luft wird jeder Überschuß in Wasser, d. h. in Nebel und Wolken umgesetzt. Der normale Wasserdampfgehalt der Luft ist schon jetzt zwischen den Wendekreisen*) bis zu einer Warmhaustemperatur gesteigert. d. h. bis zu einem Grade, bei dem der Mensch nicht mehr zu transpirieren vermag.

2. Durch Ausbreitung von Nebel und Wolken wird nun in jedem feuchten Tropenklima die Sonnenbestrahlung, die unmittelbare Wärmequelle, gemildert. So sind denn auch die im tropischen Seeklima beobachteten Wärmemaxima

*) Natürlich abgesehen von den Wüsten und Steppen.

durchaus nicht ungewöhnlich; sie betragen kaum die Hälfte der in tropischen Wüsten beobachteten Temperaturhöhen. Man darf also diese ungewöhnlichen Wärmemaxima außer Acht lassen, vielmehr davon ausgehen, daß eine allgemeine Wärmesteigerung auf der Erde lediglich den gemäßigten und kalten Zonen zu gute kommt. Wir gelangen also auf dem Wege meteorologischer und physikalischer Erwägungen zu der bereits durch geologische Beobachtung festgelegten Anschauung, daß nämlich die Vergangenheit unseres Planeten ein vorwiegend gleichmäßiges Klima aufwies; allgemeine Erniedrigungen der Temperatur, sogenannte Eiszeiten, bilden die seltenen Ausnahmen. Aber selbst die Vereisung der Pole, die uns als etwas Selbstverständliches erscheint, ist eine ungewöhnliche Erscheinung und die direkte Nachwirkung der letzten Eiszeit, in deren Schatten wir leben. Selbst die Ausbildung von tropischen, subtropischen und gemäßigten Klimazonen ist nur in einer Minderzahl geologischer Zeitabschnitte beobachtet worden. Man teilt bekanntlich die Bildungsgeschichte der Erde ein in:

I. Den durch niedere (kryptogame) Pflanzen und wirbellose Tiere gekennzeichneten, altertümlichen (palaeozoischen) Zeitabschnitt, in dessen zweiter Hälfte auch allmählich die ältesten Wirbeltiere, Fische und Amphibien, ganz am Schluß auch Reptilien erscheinen.

II. Das Mittelalter der Erde (Mesozoicum) entspricht einer Vorherrschaft der wechselwarmen (kaltblütigen) Reptilien im Ozean, auf dem Lande und in der Luft.

III. Erst die Neuzeit der Erde sieht die Entwicklung der Warmblüter, der Säugetiere und Vögel (Caenozoicum), die vorher eine bescheidene, kaum hervortretende Rolle im Haushalt der Natur gespielt hatten; am Schluß des Caenozoicum, aber noch vor Beginn der Eiszeit, erscheint das Menschengeschlecht auf der Erde.

Die Entwicklung der organischen Welt geht der Umgestaltung des Klimas im wesentlichen parallel:

I. Die Eiszeit am Schluß des Palaeozoicum folgt einem gleichmäßigen, bis zur Steinkohlenzeit (einschließlich) andauernden Klima; Nachwirkungen dieser Kälteperiode, d. h. eine wahrnehmbare Verschiedenheit in der Verteilung der Meerestiere und der Landflora machen sich noch bis in den Anfang der mesozoischen Zeit bemerkbar.

II. Im wesentlichen sind die ersten zwei Drittel des folgenden Mittelalters der Erdgeschichte durch Gleichmäßigkeit der Wärmeverteilung ausgezeichnet. Etwa dem letzten Drittel des Mesozoicum (d. h. der Kreideperiode der Geologie) entspricht die Herausbildung von Klimazonen, die jedoch nicht zu einer Eiszeit führt, sondern am Beginn der Neuzeit durch Wiedereintritt einer allgemein verbreiteten wärmeren Temperatur beendet wird.

III. Von der Mitte des Caenozoicum (der Neuzeit) an, läßt sich das Wiedererscheinen und eine immer schärfere Ausprägung von Klimazonen nachweisen. In der Mitte der Neuzeit herrscht tropisches Klima in unsern Breiten und warme, gemäßigte Temperatur nordwärts bis über den 50. Breitengrad. Dann erfolgt eine allgemeine, allmählige Abkühlung bis zu einer annähernd vollständigen Übereinstimmung mit der Gegenwart. Trotz dieser Vorbereitung ist dann der Eintritt der jüngsten Eiszeit ziemlich plötzlich erfolgt.

Versuchen wir, den Gründen dieser merkwürdigen Klimaschwankungen nachzuforschen:

I. Das Klima der palaeozoischen Zeit.

Gleichmäßige Wärme am Beginn und am Ende; die palaeozoische Eiszeit und ihr rasches Verschwinden.

Die gleichmäßige geographische Verteilung der Organismen während der palaezoischen Ära hat von selbst die Annahme eines gleichförmigen Klimas hervorgerufen. Als Erklärung dieser Gleichförmigkeit wurde verschiedentlich die Vermutung ausgesprochen, die innere Erdwärme heize die Oberfläche in derselben Weise, wie etwa in einem Warmbeet der sich zersetzende Dünger eine höhere Temperatur erzeugt. Jedoch müßte man der Erdoberfläche dieselbe Wärmemenge von innen zuführen, die sie jetzt durch die Sonne von außen empfängt, d. h. in einer Tiefe von 30 m müsste eine Wärme von 1000° C., volle Rotglut, herrschen. Hierbei wird der verhältnismäßig gut leitende Granit als Grundgestein angenommen. Sandstein oder Kalk besitzen eine dreimal geringere Wärmeleitungsfähigkeit. Zur Erzielung des obigen Ergebnisses müßte aber bei diesen Rotglühhitze schon in einer Tiefe von 10 m herrschen.

Auch die zweite, naheliegende Annahme, daß die Sonne früher unserem Planeten größere Wärmemengen zugesandt habe, wird durch astrophysikalische Erwägungen nicht bestätigt; vielmehr hat seit der Entstehung organischen Lebens auf der Erde die Wärmeproduktion der Sonne keinen erheblichen Wechsel erfahren.

Der Grund für klimatische Änderungen in der Vorzeit wird auf der Erde gesucht werden müssen, falls man nicht unkontrollierbare Annahmen über wärmere und kältere Gebiete des Weltraumes machen will, welche das Sonnensystem durcheilt. Eine neuere Theorie von S. Arrhenius sieht den Grund des klimatischen Wechsels während der geologischen Perioden in der verschiedenen Wärmeleitungsfähigkeit der Luft. Der wechselnde Gehalt der Atmosphäre an Kohlensäure ist, wie sich experimentell nachweisen läßt, bestimmend für die größere und geringere Ausstrahlung der von der Sonne stammenden Erdwärme in den Weltraum. Je mehr Kohlensäure die Luft enthält, umsomehr Wärme wird zurückgehalten.

Die Atmosphäre gewährt — ähnlich wie das Glas eines Treibhauses — den wärmenden Lichtstrahlen der Sonne verhältnismäßig leicht Durchgang und absorbiert gleichzeitig einen größeren Teil der von dem Boden zurückgeworfenen dunklen Wärmestrahlen. Die Kohlensäure, welche für die Sonnenstrahlen ebenso durchlässig ist, wie die Luft, besitzt jedoch andererseits die Eigenschaft, die vom Boden ausstrahlende Wärme zum Teil zurückzuhalten. Mit dem prozentualen Wachstum des atmosphärischen Kohlensäuregehaltes vermehrt sich also nach der Theorie von Arrhenius die Wärme der Erdoberfläche und der unteren Schichten des Luftmeeres. Dieser Einfluß der Kohlensäure wird durch ein zweites Agens verstärkt. Der Wasserdampf besitzt dieselbe Eigentümlichkeit wie die Kohlensäure, d. h. er ist durchlässig gegenüber den von der Sonne stammenden, Licht und Wärme bringenden Strahlen und undurchlässig gegenüber den von der Erde zurückgeworfenen Wärmestrahlen. Die Menge des Wasserdampfes, welche die Atmosphäre zu enthalten vermag, steigt mit der Temperatur, und der überschüssige Wasserdampf wird, wenn die Wärme abnimmt, zu Wasser, d. h. zu Wolken und Nebel verdichtet. Wasserdampf findet sich also nur in Gegenden mit warmer Atmosphäre und dient hier als Mittel für eine weitere Steigerung der Temperatur.

Sowie also ein geringer Anstoß zur Erhöhung der Wärme gegeben ist, erfolgt die weitere Steigerung etwa im Quadrat der ursprünglichen Bewegungsgeschwindigkeit*).

Die jetzige in der Luft enthaltene Kohlensäuremenge beträgt nur 0,03 Volumprozente der Atmosphäre.

Eine Abnahme derselben von 0,62 bis 0,35 (im Mittel auf 0,6) des heutigen Betrages würde nach den Berechnuugen von S. Arrhenius Temperaturverhältnisse schaffen, die zu einer neuen Vereisung Nordamerikas und Mitteleuropas führten; d. h. es würde zwischen dem 40. und 60. Breitegrad eine Temperaturerniedrigung von 4 bis 5° C. eintreten.

Die tropische Temperatur einer Eocänzeit, in der die polaren Gegenden um 8 bis 9° wärmer waren als jetzt, würde eine Vermehrung des Kohlensäuregehaltes um das $2{,}2^1/_2$ bis 3fache desselben Betrages voraussetzen. Diese Veränderung des Kohlensäuregehaltes geht nicht über die Grenzen der Wahrscheinlichkeit hinaus und beeinträchtigt das Gedeihen der höheren Tiere in keiner Weise.

Die Quellen der atmosphärischen Kohlensäure sind die vulkanischen Ausbrüche und Exhalationen, während andrerseits durch chemische wie biologische Vorgänge im wesentlichen ein Kohlensäureverbrauch stattfindet.

Bei vulkanischen Ausbrüchen tritt allerdings im Höhepunkt der Eruption vornehmlich Wasserstoff und daneben schweflige Säure zu Tage; die Exhalationen von Kohlensäure in Gasform sowie die Bildung kohlensauerer Quellen sind erst die Folgeerscheinungen vulkanischer Tätigkeit, als solche aber durch ihre längere Dauer von größerer Wichtigkeit als heftige, aber rasch vorübergehende Explosionen.

Die Grenzen der Hauptabschnitte der Erdgeschichte entsprechen bedeutenden Klimaschwankungen und auf letztere sind die jeweiligen Umgestaltungen der organischen Welt zurückzuführen.

Die Lösung des Problems hängt zunächst von folgenden Fragen ab: Fallen die wärmeren und die kälteren Perioden der Erdgeschichte mit der größeren oder geringeren Häufigkeit der vulkanischen Ausbrüche zusammen, und hat ferner die bedeutende Verminderung des Kohlensäuregehaltes eine Eiszeit in ihrem Gefolge?

Die ältesten Zeiten der Erdgeschichte bis zur Bildung der Steinkohlen zeigen zunächst eine sehr lebhafte Eruptivtätigkeit, dann ein Nachlassen und Wiedererwachen derselben. Dem entspricht eine gleichartige Verteilung der Meeres tiere, die von den klimatischen Zonen vollkommen unabhängig ist. Quer durch den heutigen asiatisch-europäischen Kontinent und andrerseits südwärts bis Australien oder Südafrika reicht die Verbreitung von Meerestieren, die nicht durch das Leben in der Tiefsee den Klimaschwankungen entrückt waren, sondern flache Meeresteile bewohnten. Die Folgerung eines gleichmäßigen, die ganze Erde umspannenden Klimas ist also für die älteren Perioden unabweisbar.

Dieselbe Folgerung dürfen wir aus der Verbreitung der Landpflanzen ziehen. Kletterfarne und Baumfarne, sowie die den Schachtelhalmen und Bärlappen verwandten Bäume, welche die Steinkohlenflötze aufgebaut haben, verbreiten sich fast unverändert von Spitzbergen und der Bäreninsel bis nach Australien, Südbrasilien und dem Sambesi. Auch im Mittelalter der Erde erstreckt sich das

*) Gegen die physikalische Begründung der oben entwickelten Theorie hat Ångström einige Einwendungen gemacht, die jedoch von Arrhenius endgültig widerlegt worden sind.

Lebensgebiet von Sagopalmen und Nadelhölzern aus der Verwandschaft der Araucarieen und Ginkgoaceen über enorme Räume in den alten Festländern.

In der wichtigsten Zeit der Steinkohlenbildung (d. h. gegen Schluß des Altertums der Erde) nimmt einerseits Eruption- und Exhalations-Tätigkeit ab, andererseits wird dem Luftmeere Kohlensäure durch Bildung mächtiger weitverbreiteter Kalkmassen, durch Ablagerung der Kohlenflötze selbst, und dann durch Verwandlung kieselsauerer in kohlensauere Verbindungen entzogen. In der Mitte der Carbonzeit entstanden im mittleren und westlichen Europa ausgedehnte Hochgebirge und der Aufwölbung folgte eine verhältnismäßig rasche Erniedrigung dieser mitteleuropäischen Alpen. Hand in Hand mit der Abtragung durch Wildbäche, Bergstürze und fließendes Wasser geht die chemische Umwandlung der massenhaft von den Höhen in die Niederungen verfrachteten Gesteine, deren Hauptbestandteil Silikate bildeten. Das feuchte Klima bedingt eine rasche Karbonatisierung dieser kieselsaueren Verbindungen und somit in Combination mit Kalk- und Kohlenbildung einen Verbrauch an Kohlensäure, wie er wohl selten in der Erdgeschichte stattgefunden hat.

Allmählich wurde das Klima für die Pflanzenwelt ungünstig, d. h. kälter und wahrscheinlich auch trockener; somit erfolgte ein allmählicher Rückgang in der Bildung der europäischen Kohlenflötze am Schluß der Carbonzeit; in der unmittelbar folgenden Periode (des Rotliegenden) aber eine reißende Abnahme. Schon im mittleren Rotliegenden Europas fehlen Kohlenflötze so gut wie gänzlich und am Schluß des geologischen Altertums vollkommen.

Die rasche Abnahme der atmosphärischen Kohlensäure und die hierdurch bedingte Verminderung der Wärme macht den Eintritt einer Kälteperiode während der älteren Rotliegendzeit einigermaßen verständlich. Gletscherspuren aus dieser entlegenen Periode sind in großer Ausdehnung auf der Südhemisphäre (in Australien, Südafrika und Ostindien), andeutungsweise auch im Norden (Westfalen) gefunden worden.

In der schon erwähnten Periode des Mittelrotliegenden fanden auf der Nordhemisphäre ausgedehnte und massenhafte Ausbrüche vulkanischen Gesteins statt, bewirkten eine Wiederanreicherung der Atmosphäre mit Kohlensäure und somit das Verschwinden der Eiszeit. Andrerseits machte die gänzliche Änderung der geographischen Verhältnisse, in der Verteilung der Winde und Niederschläge im Norden der Erde eine Wiederkehr des feuchten, für Kohlenbildung erforderlichen Klimas unmöglich. Vielmehr findet nach dem Rückgang der besonders auf der Südhemisphäre ausgedehnten Vereisung in der Wendezeit des Altertums und Mittelalters in Australien, Ostindien und Südafrika die für diese Gebiete wichtigste Ablagerung von Kohlenflötzen statt. (Schluß folgt.)



Cyrano de Bergerac als Vertreter des coppernikanischen Weltsystems.

Von Max Jacobi.

Daß der fehdelustige Salondichter am Hofe des „Sonnenkönigs“, dessen Leben und Leiden uns durch die mitfühlende Dichtung Emile Rostands nähergebracht wurde, auch in der leider noch sehr unbearbeiteten Geschichte der coppernikanischen Weltanschauung vor Newton einen Ehrenplatz verdient, dürfte vornehmlich die Verwunderung jener Kreise erregen, welche den geistreichen,

aber tief unglücklichen Poeten nur nach seinen unzähligen Ehren- und Liebeshändeln oder nach seinem recht trivialen Lustspiele *„le pendant Joue“* zu beurteilen pflegen. Und doch finden sich in seinen erzählenden Dichtungen, vornehmlich in seinen „Reisen zur Sonne und zum Monde“, eine Quelle treffender physikalischer und philosophischer Bemerkungen — verhüllt nur unter der phantastischen Nebeldecke eines hochstrebenden, aber an den Äußerlichkeiten der sozialen Gemeinschaft scheiternden Geistes.

Vor uns liegt die Amsterdamer Ausgabe der Werke vom markantesten Vorläufer des Autors der berühmten „Gullivers Reisen“, Swift. Sie erschien im Jahre 1699 bei Daniel Pain. Wir haben es hier nur mit seinem *„Voyage dans la lune“* zu tun, die übrigens nicht nur dem Freund der Sternenkunde mannigfache Anregungen bietet, sondern auch in der Geschichte der Äronautik rühmend genannt werden müßte.

Schon die Vorrede zu diesem Werke beweist, daß der Verfasser recht gründliche Studien in den Naturwissenschaften gemacht hat; er zitiert für seine Ansicht, daß der Mond erdige Beschaffenheit verrate, selbst Gilbert*). Cyrano entwickelt zur poetischen Fixierung seines Luftschiffes eine stark Jules Vernesartige Phantasie: er umgibt nämlich seinen Körper mit taugefüllten Fläschchen, die — von der Sonne erwärmt und erleichtert — den Körper des kühnen Reisenden in die Lüfte entführen sollen. Nach kurzer Zeit muß der Äronaut landen, zu seinem Erstaunen befindet er sich aber nicht mehr auf französischem Boden ein alter Mann mit olivengelber Haut eilt ihm entgegen, ohne sich verständigen zu können. Endlich kommt der Gouverneur der Gegend herbei, von ihm erfährt Cyrano, daß er sich in Canada befinde. Dies merkwürdige Phänomen erklärt der Luftschiffer sofort mit der Behauptung, daß sich die Erde während seiner „Spritztour“ weiter von West nach Ost gedreht habe**), sodaß er in Canada, statt in Frankreich habe landen müssen.

Es beweist uns diese Bemerkung, daß der Dichter noch in dem Wahne befangen war, die Atmosphäre bilde eine unabhängige Kugelschaale, die sich nur an der großen Erd-Sonnenrotation beteilige***).

Cyrano erzählt uns dann weiter, er habe abends mit dem Vizekönig eine Unterredung über die Wahrheit des ptolomäischen oder coppernikanischen Weltsystems gehabt. Den zweifelnden Ptolomäus-Freund, den Vizekönig, überzeugt er von der Zentralstellung der Sonne durch mehrere recht glückliche Vergleiche aus dem Tier- und Pflanzenleben. Das Sonnensystem ist der Apfel, in welchem die Planeten, gleich den Kernen, um einen gemeinsamen Mittelpunkt, die Sonne, sich lagern. Die Erdrotation selbst — und dies ist das merkwürdigste an der Lehre Bergeracs — wird verursacht durch gewisse Anziehungskräfte der Sonnenstrahlen†).

*) William Gilbert († 1603) war der bedeutendste Physiker unter der Regierung der Königin Elisabeth von England. In seinem Hauptwerke *„de Magnete“* (1600) begründete er die wissenschaftliche Lehre des Magnetismus, — abhold jeder phantastischen Spekulation, wie sie späterhin besonders von Athanasius Kircher vertreten wurde. Er bewies zuerst, daß die Erde sich wie ein einziger großer Magnet verhalten müsse und wies gleichfalls als erster auf das auch jetzt noch rätselhafte Zodiakallicht hin.

J. Poggendorf, Gesch. der Physik 1879. — A. Heller, Gesch. der Physik II, 1882.

**) *q'uil falloit que la Terre eust tourné pendant mon élevation (p. 330).*

***) Dagegen verteidigt Bergerac's berühmter Zeitgenosse, Otto von Guericke, im 5. Buche der *„Experimenta Nova“* eifrigst die richtige Ansicht.

†) In neuester Zeit sind ähnliche Theorieen, anschließend an die Lehre von der elektromagnetischen Fernwirkung, wieder aufgetaucht.

Auf die verdutzte Entgegnung des Vizekönigs, daß er sich jetzt über die Unbeweisbarkeit des ptolemäischen Weltsystemes und über seine weite Verbreitung wundere, entgegnet Cyrano: „*Monsieur, la pluspart des hommes qui ne jugent que par le sens, se sont laissez persuader à leurs yeux.*“ Auch bestätigt der geistvolle Reisende seinem hohen Schüler, daß der Weltenraum unendlich sei und Weltenbilder „*en miniature,*“ wie man sie im System Saturn und Jupiter bemerke, in unüberblickbarer Anzahl das Universum füllen. Die Sonnen ziehen Nahrungsstoffe aus ihrem eigenen Planetensystem und werden endlich selbst Planeten. Man dürfe sich nur nicht durch den Augenschein täuschen lassen. So scheine ja auch das Ufer vorüberzuziehen, wenn man es von einem dahinsegelnden Schiffe aus betrachtet. Den kühnen Gedanken, daß die Sonnenstrahlen aus Atomteilen organischer Substanzen neue Kraft der Tagesgöttin zuführen, vertritt Bergerac mit Eifer. Man solle nicht über seine Ansicht lachen, sie sei jedenfalls nicht so unvernünftig als die Behauptung, daß der große Augustinus an die Entdeckung von Amerika geglaubt hätte, wenn damals ein Columbus vorhanden gewesen wäre; denn wie habe der berühmte Heilige sonst so eifrig die Lehre von der scheibenförmigen Gestalt der Erde verbreiten können?

Der Vizekönig erklärt sich endlich für besiegt; aber unser scharfsinniger Poet bleibt noch einige Tage an dem gastlichen Hofe und verbringt die Zeit mit ähnlichen Gesprächen — ehe ihn die Phantasie in raschem Fluge zum Monde entführt.

Wir können seiner stets fesselnden Darstellung, die auch — wie erwähnt — für die Geschichte der Luftschiffahrt von tieferem Interesse ist, hier nicht weiter folgen. Uns mag es genügen, aus diesem kurzen Abriß ersehen zu haben, daß es jedenfalls einseitig verfehlt ist, Cyrano de Bergerac allein als Hofpoet und unglücklichen Liebhaber in den Parkettsälen der Versailler Lustschlösser zu feiern*).



Über die Beobachtung der fast totalen Mondfinsternis am 11./12. April 1903 mittels lichtempfindlicher Selenzelle.

Von Ernst Ruhmer, Berlin.

Bereits vor einiger Zeit benutzte ich die hohe Lichtempfindlichkeit meiner neuen Selenzellen (vgl. Fig. 1) zur Wahrnehmung einer partiellen Sonnenfinsternis, welche infolge starken Nebels visuell nicht beobachtet werden konnte (vgl. „Weltall“ Jahrg. 3, Heft 5). Da die Sonne am 31. Oktober 1902 in Berlin nur bis auf 0,16 ihres Durchmessers verdeckt wurde, so war damals nur eine geringe Abweichung von der normalen Widerstandskurve zu konstatieren. Da bei der am 11./12. April dieses Jahres stattgefundenen Mondfinsternis die Größe der Verfinsterung 0,973 in Teilen des Monddurchmessers betrug, die Finsternis also fast eine totale war, so war von vornherein eine bedeutend größere Abweichung in der Leitungsfähigkeit der dem Mondlicht ausgesetzten Selenzelle zu erwarten.

Obwohl das direkte Mondlicht (ca. $^1/_6$ Lux. bei Vollmond) zur meßbaren Einwirkung auf die höchst lichtempfindliche Zelle völlig hingereicht hätte, so

*) Nachträglich finden wir, daß Löwenberg im Dezemberheft 1902 des „Archiv f. Gesch. der Philosophie“ einen kurzen Abriß der naturphilosophischen Anschauungen unseres Helden bietet. — Vergl. auch unsere kleine Studie „Humoresken aus der Gesch. der Luftschiffahrt“ im Februarheft der „Illustrierten Äronaut. Mitteilungen“ 1903

wurde doch, zumal eine zylindrische Zelle zur Anwendung gelangte, ein Parabolspiegel von ca. 45 cm Öffnung benutzt, der das Mondlicht auf die in der Brennaxe befindliche Selenzelle derart konzentrierte, daß die ganze Oberfläche der Zelle gleichmäßig beleuchtet wurde. Ich verwendete für diese Zwecke einen kleinen Empfangsapparat zur Demonstration der Lichttelephonie, der in Fig. 2 dargestellt ist. Um den Spiegel dem jeweiligen Stande des Mondes entsprechend einstellen zu können, wurde mit demselben ein kleines Fadenkreuzfernrohr verbunden. Der Spiegel ist an einem Universalscharnier befestigt, so daß er sich leicht nach allen Richtungen verstellen läßt. Die in der Figur sichtbaren Telephone wurden kurzgeschlossen und die Zelle mit Hilfe der beiden Anschlußklemmen in den Stromkreis einer kleinen Meßbatterie und eines hochempfindlichen Milliampèremeters, welches noch Hundertstel Milliampères bequem abzulesen gestattete, geschaltet.

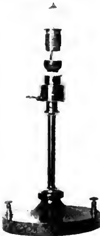


Fig. 1. Selenzelle, System Ruhmer, auf Stativ.

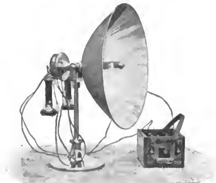


Fig. 2. Empfangsapparat für Lichttelephonie, System Ruhmer.

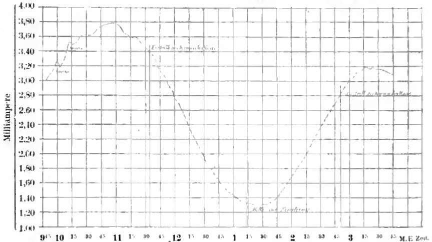
Die Ablesungen erfolgten vom 11. April $9^h\ 45^m$ abends (Berliner Normal-Zeit) minutlich bis zum 12. April $3^h\ 45^m$ morgens. Fig. 3 gibt eine graphische Darstellung der beobachteten Stromstärkenwerte. Abgesehen von einigen sehr kleinen Schwankungen zwischen 10 bis 11^h abends, die durch durchsichtige vor dem Mond vorbeiziehende Wölkchen verursacht wurden, ist der Verlauf der Kurve infolge der äußerst klaren Luft, die die Beobachtung der Finsternis sehr begünstigte, ein überraschend regelmäßiger. Man sieht deutlich, wie die Lichtintensität und damit die Stromstärke bis kurz vor 11^h abends infolge zunehmender Höhe des Mondes steigt, wie dann infolge der Berührung des Mondes mit dem Halbschatten der Erde die Lichtintensität und damit die Stromstärke trotz weiterer Zunahme der Höhe zum Stillstande kommt, allmählich (11^h bis $11^h\ 37^m$) abnimmt und dann endlich nach Eintritt des Kernschattens der Erde ($11^h\ 34^m$) stärker abfällt. Zwischen $1^h\ 15^m$ bis $1^h\ 30^m$ liegt die Zeit der größten Verfinsterung, während die astronomisch berechnete Mitte der Finsternis um $1^h\ 13^m$ stattgefunden hat, was also annähernd übereinstimmt. Die Helligkeit und damit die

Stromstärke nimmt dann in fast gleicher Weise wieder zu, steigt aber dann auch nach Austritt des Kernschattens ($2^h\ 52^m$) infolge weiterer Abnahme des Halbschattens der Erde bis etwa $3^h\ 22^m$, um dann infolge tieferen Standes des Mondes wieder abzunehmen. Nicht allein also der Kernschatten, sondern auch der Halbschatten der Erde macht seinen Einfluß auf die Leitungsfähigkeit der Selenzelle geltend, wenn auch die Verhältnisse durch die verschiedene Höhe des Mondes während der Beobachtung und die dadurch hervorgerufene Helligkeitsänderung etwas kompliziert werden.

Noch bedeutend größere Schwankungen hätten sich bei Umwertung der beobachteten Stromstärkenwerte mit Hilfe der Charakteristik der benutzten Selenzelle in die entsprechenden Helligkeitswerte ergeben.

Allein da die hierzu erforderliche Berechnung des Verstärkungsvermögens des benutzten Spiegels eine genaue Bestimmung des Reflexionsvermögens für die in Betracht kommenden Wellenlängen erheischt, so soll hierauf an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden.

Fig. 3. Beobachtung der Mondfinsternis am 11./12. April mittels Selenzelle.



Jedenfalls zeigt diese Beobachtung wieder einmal die Brauchbarkeit guter Selenzellen für astronomische Zwecke. Mit Hilfe von automatisch registrierenden Instrumenten, die ich hierfür besonders konstruiert habe, die aber bei vorliegender Beobachtung gar nicht zur Anwendung gelangten, weil sie für andere Zwecke benutzt wurden, können derartige Bedeckungsphänomene, Sterndurchgänge u. s. w. mit beliebiger Genauigkeit, mehrere hundert Registrierungen pro Sekunde, verfolgt werden. Bei der nächsten sich darbietenden Gelegenheit hoffe ich, diese Methode der automatischen Registrierung von Finsternissen den Besuchern der Treptow-Sternwarte in Funktion vorführen zu können. Das Fernrohr braucht zu diesem Zweck nur mit einem Parabolspiegel mit lichtempfindlicher Zelle in geeigneter Weise verbunden zu werden. Die Registriervorrichtung kann sich in einem beliebigen Raum der Sternwarte befinden. Mit Hilfe eines Spiegelgalvanometers läßt sich auch die Widerstandsänderung der Selenzelle durch Projektion objektiv sichtbar machen.



Mehrere grössere Sonnenfleckengruppen vom 22. bis 29. März 1903.

Von F. S. Archenhold.

Das Auftreten größererSonnenflecken zeigt an, daß das Sonnenfleckenminimum nun endgültig vorüber ist. Am 22. März zeichnete ich in derselben Weise, wie bereits im „Weltall“ Jg. 3, Heft 5, geschildert, mit dem großen Refraktor der „Treptow-Sternwarte“ und mit dem Sucher auf einen Projektionsschirm eine größere Fleckengruppe, die in der Doppel-Beilage, Fig. I, II, III, IV, V^A, VI^A und VII 1. Teil, wiedergegeben ist. Die genauen Zeiten der Anfertigung der Zeichnungen sind folgende:

I	1903	(Sonntag)	März	22.	von	$1^h\ 0^m - 10^m$.
II	-	(Montag)	-	23.	-	$1^h 30^m\ \ 45^m$.
III	-	(Mittwoch)	-	25.	-	$11^h 20^m - 30^m$.
IV	-	(Donnerstag)	-	26.	-	$10^h 40^m - 50^m$.
V^A	-	(Freitag)	-	27.	-	$10^h 50^m - 55^m$.
VI^A	-	(Sonnabend)	-	28.	-	$10^h 25^m - 30^m$.
VII 1. Teil	-	(Sonntag)	-	29.	-	$5^h 15^m - 30^m$.

Wir haben diesen Hauptfleck mit *A* bezeichnet und seine Bahn auf der Sonnenscheibe während der Beobachtungstage in der obenstehenden Skizze besonders verzeichnet, wie sie durch den Sucher zu sehen war.

Die Pfeilspitze (tägliche Bewegung) gibt die Ost-West-Richtung an. Wir sehen, daß der Nordpol der Sonnenachse auf der unsichtbaren Seite der Sonnenscheibe liegt, da die Bahn des Fleckes nach oben gekrümmt ist. Der Fleck ist am 27. März in der Mitte seiner scheinbaren Bahn. Besonders interessant sind die schnellen Veränderungen, welche diese Hauptgruppe *A* während der Beobachtungstage gezeigt hat.

So finden wir auf Bild I in Gruppe *A* drei Kernflecke, welche ein hummerscherenartiges Aussehen haben. Der obere Teil der Schere hängt mit dem unteren bis $1^h 10^m$ noch zusammen, alsdann öffnet er sich (vgl. die Nebenzeichnung rechts in der Ecke von I), und um $1^h 20^m$ ist der obere Teil der Schere bereits bis zur Hälfte aufgelöst.

Außer diesen drei Hauptkernflecken, die mit einem sehr schön ausgebildeten Hof und großen Fackelgruppen umgeben waren, zählte ich noch zwei kleine Kernflecke in der großen Fackelgruppe zwischen *A* und *B* und in *B* selbst noch 7 kleine Kernflecke, welche aber ganz nahe am Rande lagen und daher länglich ausgezogen erschienen. In Verlängerung der Gruppe *B* zogen sich auch längs des Randes mehrere schmale Fackeln entlang.

Auf Bild II ist der Kern von Fleck *A* einfach, aber bereits mit Höckern versehen, die auf Bild III noch deutlicher hervortreten. Zwischen *B* und *A* liegen 4 kleine Kernflecke. Die Gruppe *B* selbst besteht aus 5 Kernen, von denen 2 mit einer hofartigen Erscheinung umgeben sind. Es waren noch mehr Fackeln zu sehen, als ich gezeichnet habe, doch mußte ich die Beobachtung unterbrechen, da das Bild unruhig wurde. Die hellste Fackel war die größte, die in der Zeichnung oberhalb *B* liegt und links mit einem Henkel versehen ist.

Auf Bild III hat der Kern von *A* drei deutliche, stabartige Ausläufer. Zwischen *A* und *B* liegen nur noch 2 kleine Flecken. Ich hatte den Eindruck, als ob der eine Fleck in der Gruppe *B* in der Zeit von $11^h 25^m$ bis $11^h 35^m$ nach oben marschierte, und in dieser Zeit traten auch die beiden Stifte links aus dem Kern von A heraus. Es wäre interessant, wenn auch auf anderer Stelle zu

gleicher Zeit diese Gruppe beobachtet worden wäre, damit sich diese schnelle Änderung des unteren Fleckes in *B* bestätigte.

Diese Bewegung in der Gruppe *B* ist um so interessanter, als am nächsten Tage (siehe Bild IV) diese Gruppe *B* vollständig verschwunden war. Trotzdem ich besondere Aufmerksamkeit auf diese Stelle lenkte, wo tags zuvor der Kernfleck die eben erwähnte Bewegung gezeigt hatte, konnte ich keine Spur von der ganzen Gruppe mehr bemerken.

Der Kern der Gruppe *A* war am 26. März mit einer gelben Aureole umgeben, die um $10^h\,55^m$ am intensivsten war. Man bemerkte, daß eine Sprengung des Hofes durch den Kern um diese Zeit vor sich ging, und wir sehen auf Bild IV, daß mehrere kleine Kerne aus dem Hof herausgetreten sind. Um $11^h\,10^m$ sah ich, wie die Teilung des Hofes noch ein wenig fortschritt. Es sind um diese Zeit im ganzen schon 12 kleine Kerne außerhalb des Hofes zu sehen. Der Kern innerhalb des Hofes ist, wie auf der Zeichnung zu sehen, auch durch zarte Lichtbrücken mehrfach geteilt.

Es ist interessant, daß am folgenden Tage auf Bild V^A der Hof sich noch weiter geöffnet hatte, und der nunmehr rachenartig aussehende, intensiv lila gefärbte Kern wiederum von einer gelblichen Aureole umgeben war. Ich bemerke noch, daß an diesem Tage, da die Erde in gleichem Maßstab einen Durchmesser von nur 11 mm besitzen würde, in den Fleck *A* allein 4 Erdkugeln hätten verschwinden können.

In der Verlängerung der beiden außerhalb von *A* auf V^A in der Nähe liegenden kleinen Kernflecke waren noch in einer Entfernung von 12 cm zwei unscheinbare kleine Kernfleckchen zu sehen, welche auf der Zeichnung V^A fortgelassen sind, um die Tafel nicht noch zu vergrößern. Sie standen wieder auf der Stelle, wo zwei Tage vorher die Gruppe *B* sich befand.

Auf dem Bilde VI^A (Beobachtung vom Sonnabend, den 28. März) ist der Kern von *A* noch mehr auseinandergesprengt und ganz in die Länge gezogen, wogegen er sich am Sonntag, den 29. März, wie auf Bild VII, 1. Teil, zu sehen ist, offenbar beruhigt hatte. Hof und Kern haben wieder ein ruhiges Aussehen.

Bei der Beobachtung am Sonnabend, den 28. März, ist noch besonders zu bemerken, daß die 2 kleinen Flecken rechts in der Ecke, die übereinander stehen, sich plötzlich nach einander bildeten, und zwar entstand der obere um $10^h\,28^m$, der untere um $10^h\,31^m$.

Des weiteren zeichnete ich eine andere mit *C* bezeichnete Gruppe, die zuerst am Freitag, den 27. März am Ostrande der Sonne auftrat. Dieselbe findet sich auf V^B und VI^B wiedergegeben:

V^B ist gezeichnet 1903 (Freitag) März, den 27., von $11^h\ 5^m$ bis 10^m
VI^B - - - (Sonnabend) - - 28., - $10^h\ 40^m$ - 50^m

Diese Gruppe *C* zeigte am Freitag, den 27. März, 5 Kerne, einen schönen Hof und Fackeln, am darauffolgenden Tage jedoch bereits 12 Kerne und rechts noch zwei kleine Fackeln, die sehr hell waren.

Am 29. März war noch eine neue Gruppe *D* aufgetreten, welche auf Bild VII, 2. Teil, gezeichnet ist.

Da ich jedoch die Beobachtung wegen eines Vortrages, den ich zu halten hatte, unterbrechen mußte, konnte ich die Lage dieser Gruppe und der auf gleichem Bilde unten rechts gezeichneten nicht mehr genau im Sucher fixieren. — Die Richtung der sogenannten täglichen Bewegung ist aber mit dem großen Fernrohre noch festgelegt.



Kleine Mitteilungen.

Entdeckung eines neuen Kometen Grigg 1903b. Bei der Zentralstelle in Kiel ist am 2. Mai die Entdeckung eines auf der Südhalbkugel von Grigg zu Thames (New-Zealand) gesehenen Kometen telegraphisch angezeigt.

Von den Herren Kreutz und Ebell ist eine Bahn aus Tebutts Beobachtungen abgeleitet worden, die folgende Positionen ergibt (A. N. 3867):

1903	Rektaszension	Deklination
Mai 15	5^h 47^m 21^s	$-22°$ 29′,7
21	6 18 40	23 34,9
27	6 48 11	24 20,5
Juni 2	7 15 40	-24 51,2.

Die Helligkeit nimmt stark ab. Eine Sichtbarkeit in unseren Breiten ist nach diesem Lauf des Kometen ausgeschlossen. Wir unterlassen daher auch die Wiedergabe einer Karte.

F. S. Archenhold.

* * *

Ein interessanter Planetoid. Unter den neuen Planeten des Jahres 1902 erweist sich einer der letzten, vorläufig mit der Bezeichnung 1902 KX versehen, durch seine Bahnverhältnisse als besonders merkwürdig. Seine Umlaufszeit, nahezu acht Jahre, gehört zu den längsten Perioden im Planetoidensystem, die Exzentrizität beträgt nicht viel weniger als ein Viertel seiner mittleren Entfernung, der größte Abstand von der Sonne erreicht 4,84 Erdbahnhalbmesser. In diesem Punkte seiner Bahn steht der Planet KX nur noch 60 Mill. Kilometer von der Jupiterbahn entfernt. Zwar erreicht auch der Planet (361) Bononia eine Sonnenferne von 4,77 Erdbahnradien, nur 10 Mill. Kilometer kleiner als die von KX, die also jetzt die größte Entfernung eines Planetoiden von der Sonne darstellt; allein die Bononia steht dann so weit südlich von der Ebene der Jupiterbahn, daß ihr geringster Abstand von dieser Bahn noch 160 Mill. Kilometer übersteigt. Ebenso können auch die übrigen sonnenfernen Planetoiden (153) Hilda, (190) Ismene und (334) Chicago der Jupiterbahn nicht näher als 100 Mill. Kilometer kommen.

Wenn der Planet KX einmal in seiner Sonnenferne und gleichzeitig dem Planeten Jupiter selbst am nächsten steht, erscheint ihm die Sonne unter einem Winkeldurchmesser von nur 400″, der grosse Jupiter dagegen unter 480″. Für KX befindet sich dann der Jupiter zur Sonne in Opposition, er steht der Sonne gerade gegenüber. Was aber hierbei das abnorme ist, liegt in dem Umstande, dass diese Stellung über zwei Jahre hindurch andauert. Jupiter geht während dieses ganzen Zeitraumes um Mitternacht durch den Meridian, wobei er zuerst immer größer und heller wird bis zu seinem Maximum, in dem er hundertmal so hell leuchtet als wir ihn sehen, um dann ebenso allmählich wieder kleiner und schwächer zu werden. Die vier älteren Monde des Jupiter würden vom Planeten KX aus gesehen als Sterne 1. Größe erscheinen, die sich bis zu 0,4, 0,6, 1,0 und 1,8 Grad vom Jupitermittelpunkt entfernen. Der fünfte Mond, den Barnard im Jahre 1892 entdeckt hat, würde als Stern 8. Größe leuchten. Natürlich wird eine solche „Jupiternähe" nicht ohne erhebliche Änderungen der Bahn des Planeten KX abgehen und deshalb ist diese Entdeckung, die Herrn Prof. Wolf in Heidelberg gelungen ist, an deren Sicherstellung aber auch die Beobachtungen des Herrn Dr. J. Palisa in Wien einen wesentlichen Anteil besitzen, auch in theoretischer Beziehung von größter Bedeutung.

A. Berberich.

* * *

Neue spektroskopische Doppelsterne werden gegenwärtig in rascher Folge entdeckt, sodaß derartige Systeme kaum noch als Seltenheit anzusehen sind, wenngleich die Verhältnisse in den einzelnen Fällen noch immer von besonderem Interesse sein können. Kürzlich (Weltall III, S. 169) wurde erwähnt, daß die in die Sehrichtung fallenden Bewegungen von etwa zwanzig Sternen des Oriontypus (Vogels Spektralklasse I b) fast gänzlich von der Fortbewegung unserer Sonne hervorgerufen werden, die sich von der Gegend des Sternbildes Orion entfernt und der Gegend des

Hercules nähert. Stünde unsere Sonne still, so würden wir auch bei jenen Sternen nur unbedeutende Bewegungen bemerken. Es fiel daher den Beobachtern Frost und Adams die auf einer Aufnahme vom 25. Februar 1903 konstatierte große Geschwindigkeit (+ 70 km) des zum gleichen Typus zählenden Sterns τ Tauri sofort als ungewöhnlich auf; die Wiederholung der Aufnahme ergab bald eine starke Änderung (um 75 km). Somit liegt hier ein Sternsystem vor, dessen Schwerpunkt vermutlich nur eine geringe Ortsänderung erfährt, wie dies bei den „Orionsternen" die Regel zu sein scheint. Noch viel beträchtlicher ist der Geschwindigkeitswechsel bei ψ Orionis. Eine Aufnahme vom 4. Februar 1903 lieferte eine Bewegung von — 122 km, eine zweite vom 18. Februar ergab + 148 km, eine dritte vom 12. März gab — 31 km. In diesem Falle beschreibt also der Stern in kurzer Periode eine Bahn mit mindestens 150 km Geschwindigkeit in der Sekunde, dem fünffachen der Erdbewegung. (Aprilheft des Astrophysical. Journ.)

Auf der Lick-Sternwarte wurden von H. M. Reese Änderungen der Bewegung längs der Sehrichtung entdeckt bei vier Sternen, ν Andromedae (um 125 km), π^4 Orionis (um 43 km), σ Geminorum (um 65 km) und ι Argus (um 8,3 km). Ebendaselbst hat W. J. Hussey spektroskopisch die Geschwindigkeit der Bahnbewegung bei dem optischen Doppelstern δ Equulei bestimmt; da die Form der Bahn bekannt ist und ebenso die Umlaufszeit — nebenbei bemerkt die kürzeste aller Doppelsterne, $5^1/_2$ Jahre —, so kennen wir durch die Ermittelung der wahren Geschwindigkeit auch die wahren Dimensionen der Bahn und, was besonders wertvoll ist, die Entfernung dieses Sternsystems von uns. Diese Entfernung beträgt $5^1/_3$ Siriusweiten. Der Begleiter steht im Mittel vom Hauptstern 600 Mill. km ab, er nähert sich ihm im „Periastrum" auf die Hälfte und entfernt sich im „Apastrum" auf das Doppelte. Die Masse des Systems kommt etwa zwei Sonnenmassen gleich. So wird in Zukunft wohl bei vielen Doppelsternen die spektroskopische Bestimmung der Geschwindigkeit zur Kenntnis der Entfernungen und Maßen führen. (Bulletin der Lick-Sternwarte. Nr. 31, 32.)

A. Berberich.

* * *

Ein glänzendes Meteor ging in der Nacht zum 29. März über Warnsdorf bei Zittau nieder und wurde von mehreren Personen beobachtet. Ein Teilstück des Meteors fiel in den Garten des Hauses eines Herrn Lauger. Herr Thomas Weigner, Direktor der K. K. Fachschule für Weberei in Warnsdorf, der das Stück niederfallen sah und zwei Stücke fand, schreibt uns hierzu folgendes: „Das Meteor ist am 28. März an einem Samstag Abend einige Minuten nach 10 Uhr in unserem Hofe, welcher gepflastert ist, gefallen. Ich habe dasselbe beim Fallen, ungefähr 4 bis 5 Meter vom Erdboden entfernt, beobachtet. Das Licht desselben war sehr lebhaft hell mit einem Stich ins Blaugrüne, ähnlich wie das Blitzen eines Diamants. Es fiel in einer etwas schiefen Linie. Wir suchten noch abends, ohne es jedoch finden zu können, da es an diesem Abend sehr finster war und uns durch heftigen Wind beim Suchen das Licht oft ausgelöscht wurde. Erst am nächsten Morgen fanden wir zwei Stückchen, eins im Gewichte von 120, das andere von 80 Gramm. Das Meteor war direkt auf einen größeren Pflasterstein gefallen. Die Oberfläche des Steines, auf welchen es auffiel, war ganz schwarz und befand sich auf derselben ein feines schwarzes Pulver."

F. S. Archenhold.

* * *

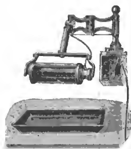
Bekämpfung der Rauchplage. Herr Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Foerster hat sich ein großes Verdienst erworben, indem er die Bekämpfung der Rauchplage zu einer Beratung von Fachmännern gemacht hat, die im Saale des Kaiserl Gesundheitsamtes am 31. Januar 1903 zusammengetreten ist und fast aus allen Teilen Deutschlands von Interessenten und Vertretern besucht wurde. Es ist von den Teilnehmern nachstehende Erklärung beschlossen worden: „Die am 31. Januar 1903 zu Berlin abgehaltene Versammlung von Männern der Praxis und der Wissenschaft, insbesondere der Feuerungstechnik, sowie der Hygiene, der Chemie und der Himmelskunde spricht hiermit ihre Überzeugung aus, daß es in gemeinnützigem Interesse unumgänglich ist, gegen die Übelstände der Rauchentwicklung mit allem Ernst weiter vorzugehen. Die Versammelten erklären überhaupt die Reinhaltung der Luft für ein fundamentales Interesse des Gemeinschaftslebens, und sie empfehlen deshalb öftere Wiederholung einschlägiger Beratungen über die Rauchfrage durch Vertreter der weitesten Kreise Deutschlands." Eine Durchführung dieses Beschlusses wird für die astronomischen Institute der größeren Städte von größter Bedeutung sein, da die Beobachtungen der in der Stadt selbst liegenden Observatorien unter dem Rauch sehr stark leiden. Von unserer Treptow-Sternwarte aus macht sich der Staub bezw. Rauch, welcher über Berlin liegt, nur bei Beobachtungen am unteren Nordwesthimmel bemerkbar.

F. S. Archenhold.

* * *

Horizontale Dunkelzimmerlampen. Um eine bessere Ausnutzung des elektrischen Lichtes zu erreichen, haben die Herren Leppin & Masche, Berlin S.O., die mit Erfolg bemüht sind, für das Laboratorium und den Unterricht neue Einrichtungen zu konstruieren, eine horizontale Dunkelzimmerlampe (D. R. G.-M. 175 946) hergestellt, die im nachfolgenden kurz beschrieben werden soll.

Ein Rubincylinder, welcher beiderseitig durch Metallfassungen verschlossen ist, dient als Mantel für eine weiße, kerzenförmige elektrische Lampe, deren Spannung entsprechend der Starkstromleitung gewählt wird und die in die eine der Fassungen eingeschraubt ist. Ein federnder Bügel drückt beide Fassungen, welche gegen das Austreten weißen Lichtes abgedichtet sind, fest an den Rubincylinder. Die Stromzuleitung erfolgt durch gut isolierte Leitungslitzen, welche einerseits an der betreffenden Fassung in entsprechender Weise angeschlossen sind, und deren andere Enden in einen Steckkontakt münden. Dieser Steckkontakt paßt in eine Anschlußdose, welche man an geeigneter Stelle an der Wand befestigt und mit der elektrischen Hauptleitung in Verbindung bringt.



Um den verschiedensten Ansprüchen Rechnung zu tragen, werden diese Lampen in drei Formen ausgeführt, einmal als Wandlampe (s. Fig.), zweitens als Tischlampe und drittens als Hängelampe.

Die Vorteile, welche diese neuen Dunkelkammerlampen bieten, liegen darin, daß bei ihnen das Licht ungehindert von oben nach unten fällt, so daß bei Beobachtung der Platte kein Schatten auf diese fällt; ferner verbreiten die Lampen infolge der Verwendung von Cylindern auch so viel Licht nach oben, vorn und hinten, daß man erheblich besser bei allen Hantierungen sehen kann, als dies bei vertikalen Lampen oder Laternen möglich ist. Wir können sie allen Laboratorien, Ateliers etc. empfehlen, welche an elektrische Leitungsnetze angeschlossen sind.

F. S. Archenhold.

* * *

Coordinaten der Treptow-Sternwarte. Die geographische Breite der Treptow-Sternwarte ist: = 52° 29′ 7″ die geographische Länge östlich von Greenwich 53m 54,5s oder 19,6s östlich von der Berliner Sternwarte.

Personalien.

Erich Rathenau,

geb. 1871, August 26., zu Berlin, gest. 1903, Januar 19., zu Assuan.

Zum Gedächtnis des Direktors der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft, Kabelwerk Oberspree, der unserm Verein von Freunden der Treptow-Sternwarte als Mitglied angehörte und durch dessen Tod, der so früh das hoffnungsvolle Leben endete, unser Verein einen schweren Verlust erlitten hat, geben wir nachstehend eine kurze Lebensbeschreibung: *)

Erich Rathenau war am 26. August 1871 zu Berlin geboren. Nach bestandener Maturitätsprüfung arbeitete er praktisch von 1889 bis 1890 in der Maschinenfabrik der A. E.-G. Seine technischen Studien vollendete er an den Hochschulen Charlottenburg und München 1894. Dann trat er in die Dienste der A. E.-G. Nach einer Studienreise nach England beschäftigte er sich hauptsächlich mit der drahtlosen Telegraphie und unternahm eigene Versuche auf dem Wannsee. Später folgte eine Studienreise nach Amerika, wo er reiche Erfahrungen sammelte, die er alsdann im Dienste und zum Besten der Allgem. Elektr.-Ges. verwertete. Nach seiner Rückkehr nach Europa war Erich Rathenau vorübergehend in Genua tätig, dann nach Berlin zurückgekehrt, folgte die neue große Aufgabe, die Gründung des „Kabelwerkes Oberspree". In wie glänzender Weise er diese Aufgabe gelöst hat, wie sein Schaffen und Streben diesem Werke galt, weiß jeder, der ihn gekannt hat. Neben diesen Arbeiten nahm ihn die Mitwirkung bei den Arbeiten der Gemeinde Ober-Schöneweide, des Kreisausschusses Nieder-Barnim und der Potsdamer Handelskammer in Anspruch und überall war seine Tätigkeit geschätzt. Leider war es ihm nicht lange vergönnt, an der selbstgeschaffenen Arbeits-

*) Wir entnehmen diese Angaben der Sonderausgabe der „A. E.-G.-Zeitung" vom 15. Februar 1903, welche dem Andenken Erich Rathenaus geweiht ist und uns durch die Liebenswürdigkeit der Direktion der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft zugestellt wurde.

stätte zu wirken, deren Leitung er nach seinem 1901 erfolgten Eintritt in den Vorstand der Gesellschaft als Direktor behalten hatte.

Nach einer schweren, im Kindesalter durchgemachten Krankheit war ein Herzleiden bei ihm zurückgeblieben. Im Herbst 1902 nahm das Leiden eine bedrohliche Form an und er mußte sich entschließen, zur Stärkung nach Egypten zu gehen. Dort ereilte ihn am 19. Januar d. J. der Tod.

Das Werkchen, aus dem wir vorstehende Daten anführen, enthält weiter Artikel über „Die Versuche mit drahtloser Telegraphie", „Reiseberichte aus Amerika", „Trauerfeier und Bestattung" und gibt die bei der Trauerfeier gehaltenen Reden wieder.

Aus all den Berichten, aus jeder Rede und der ganzen Lebensbeschreibung geht das hervor, was alle, die Erich Rathenau persönlich gekannt haben, wissen: er war ein reichbegabter, tatkräftiger und liebenswürdiger Mensch, dessen Andenken unvergessen bleiben wird.

F. S. Archenhold.

Bücherschau.

Dr. Max Wolf, „Publikationen des Astrophysikalischen Observatoriums Königstuhl-Heidelberg (Astrophysikalische Abteilung der Großherzoglich Badischen Sternwarte)". I. Band. Karlsruhe, Braun'sche Hofbuchdruckerei, 1902.

Der Inhalt dieses ersten Bandes der Publikationen des neuen astrophysikalischen Observatoriums ist so reichhaltig und von so grundlegender Bedeutung, daß wir im Rahmen einer Besprechung diese Publikation nicht würdigen können und unsere Leser mit den einzelnen Abhandlungen, welche der Band vereinigt, durch besondere Besprechungen vertraut machen wollen.

Der Inhalt zerfällt in zehn Teile:

1. Wolf: Die Lage des Observatoriums,
2. Wolf: Die Lage der früheren Heidelberger Sternwarte,
3. Wolf: Der parallaktische Meßapparat,
4. Wolf: Verzeichnis von 154 Nebelflecken in Cancer und Lynx (Königstuhl-Nebelliste No. 1),
5. Schwaßmann: Die Anwendung des parallaktischen Meßapparates auf Platten mit großem Gesichtsfeld (Königstuhl-Nebelliste Nr. 2),
6. Carnera: Photographisch-photometrische Untersuchungen des veränderlichen S-Leonis,
7. Carnera: Vermessung photographischer Aufnahmen des Planeten 433 Eros,
8. Wolf: Die Nebelflecken am Pol der Milchstraße (Königstuhl-Nebelliste No. 3),
9. Kopff: Die Verteilung der Fixsterne um den großen Orionnebel und den Amerikanebel,
10. Kopff: Beobachtungen veränderlicher Sterne.

Zwei prachtvolle Reproduktionen, welche von dem verdienstvollen Begründer und Direktor des Observatoriums Herrn Professor Wolf selbst aufgenommen sind, „Der Amerikanebel im Cygnus" und „Umgebung des Orionnebels" bilden einen besonderen Schmuck des Bandes.

F. S. Archenhold.

* * *

Ernst Ruhmer, „Das Selen und seine Bedeutung für die Elektrotechnik mit besonderer Berücksichtigung der drahtlosen Telephonie" (49 Textfiguren). Berlin 1902. Verlag der Administration der Fachzeitschrift „Der Mechaniker" (F. u. M. Harrwitz).

Die merkwürdigen Eigenschaften des Selens, durch Belichtung seinen Widerstand zu ändern bezw. schwache elektrische Ströme in sich zu erregen, haben der sogenannten Selenzelle eine mannigfache Anwendung in der Elektrotechnik gesichert. Der Verfasser, welcher selbst auf diesem Gebiete als Forscher tätig ist, und die sogenannten Selenzellen in eine luftleere Glasbirne gebracht und dadurch empfindlicher und beständiger gemacht hat, stellt in dieser Schrift alles Wissenswerte über die Eigenschaften des Selens und seine Verwendung bei der Telephonie ohne Draht und in andern Zweigen der Elektrotechnik zusammen. Wir haben im „Weltall" ja schon an verschiedenen Stellen über die praktische Verwendung der Selenzelle in der Astronomie referiert (vgl. „Weltall" Jahrg. III, S. 63 u. 67). Über die Versuche mit drahtloser Telephonie unter Anwendung der Selenzelle hat der Verfasser im „Weltall" Jahrg. II, S. 293, selbst berichtet. In vorliegender Schrift ist nunmehr das gesamte vorhandene Material übersichtlich geordnet und zusammengestellt.

F. S. Archenhold.

Für die Schriftleitung verantwortlich: F. S. Archenhold, Treptow-Berlin; für den Inseratenteil: C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin W.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

N. G. C. 6992. Der wellenartige Nebel im „Schwan“.



Photographiert von Dr. J. Roberts 1896 Nov. 4.



Photographiert von G. W. Ritchey 1902 Okt. 5.

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

3. Jahrgang. Heft 17. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte. 1903 Juni 1.

Verlag von C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin.

Diese Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. — Abonnementspreis vierteljährlich Mark 2.— (Ausland Mark 2.50), einzelne Nummer 50 Pfg. franko durch den Verlag, Berlin W. 35, Schönsberger Ufer 43, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungspreisliste 8344).
Anzeigen-Gebühren: Die einspaltige Petitzeile 40 Pfg. 1/1 Seite 60.—, 1/2 Seite 30.—, 1/4 Seite 15.- Mk. Bei Wiederholungen Rabatt.

INHALT.

Neuere Untersuchungen über Gasnebel.

Nach einem Vortrage

von Professor K. Bohlin, Stockholm.

Die Entdeckung der Spektralanalyse durch **Kirchhoff** und **Bunsen** gehört zu jenen großen Eroberungen der Wissenschaft, innerhalb deren Gebieten stets eine lebhafte Entwicklung bestehen geblieben ist und wo neue Früchte immer noch geerntet werden. Bei einer früheren Gelegenheit habe ich eine neue, sehr wichtige Anwendung der Spektralanalyse auf astronomische Fragen erwähnt, welche darin besteht, daß man durch Untersuchung der Spektra der Gestirne in Bezug auf die Lichtstärke in verschiedenen Teilen des Spektrums die Temperatur, in welcher verschiedene Fixsterne sich befinden, nunmehr mit verhältnismäßig großer Zuverlässigkeit bestimmt. So zeigt es sich, daß diejenigen Fixsterne, bei denen das rote Licht überwiegend ist, in einer bedeutend niedrigeren Temperatur als unsre Sonne sich befinden, während das Gegenteil in bezug auf Sterne, deren Licht mehr nach der violetten Seite liegt, gilt. Die Werte der Temperatur mehrerer der so untersuchten Fixsterne zeigten sich dabei als an und für sich durchaus annehmbar.

Im folgenden werden wir eine Untersuchung berühren, welche mit der obenerwähnten einige, wenn vielleicht auch nur eine äußerliche Ähnlichkeit darin hat, daß dieselbe sich auf die relative Lichtintensität der verschiedenen Farben des Lichts der Gasnebel bezieht. Dabei werden wir auch Gelegenheit haben, die Resultate, zu welchen man in bezug auf die Natur dieser seltsamen Objekte gegenwärtig gelangt ist, kurz zu besprechen.

Vorerst wollen wir aber einen Rückblick auf diejenige wissenschaftliche Methode werfen, deren Zweck und Aufgabe es ist, das Licht irgend einer Lichtquelle in seine verschiedenen Farben zu zerlegen, um hierbei die Lichtquelle näher zu untersuchen.

Man nennt spektrum (das lateinische Wort für „Bild") das Farbenbild, welches entsteht, sobald Licht durch ein Prisma oder in anderer Weise zerlegt wird. Ein solches, von der Natur selbst erzeugtes Spektrum ist z. B. der Regenbogen oder ein jedes der in den Farben des Regenbogens prangenden Bilder, die wir alltäglich zu beobachten Gelegenheit haben, wo das Sonnenlicht von durchsichtigen Gegenständen gebrochen wird. Das weiße Licht ist, wie schon seit Newtons Zeit bekannt, nicht einfach, sondern besteht aus Strahlen von mehreren verschiedenen Farben, welche alle bei dem Gang des Lichtes durch ein Prisma verschiedene Brechbarkeit haben. Die roten Strahlen werden am wenigsten und die violetten Strahlen am meisten gebrochen. In der Weise entsteht also, wenn das Licht auf ein Prisma fällt, ein farbiges Bild, in welchem die Farben in der folgenden Ordnung sich an einander reihen: rot, orange, gelb, grün, blau und violett. Werden die Farben wieder zusammengebrochen, so entsteht wieder weißes Licht. Ist dagegen eine Lichtquelle nicht weiß, sondern beispielsweise einfarbig gelb, so wird zwar ihr Licht durch ein Prisma gebrochen, aber es entsteht dabei nur ein rein gelbes Bild, weil eine Zerlegung in verschiedene Farben jetzt nicht stattfinden kann. Wird das Licht von einem weißen Gegenstande gebrochen, und hat der Gegenstand eine gewisse Ausdehnung, so werden die farbigen Bilder, die nach der Brechung entstehen, sich teilweise decken, so daß ein reines Farbenbild nicht erhalten wird. Um ein solches zu erzeugen, kann man den Gegenstand durch einen engen Spalt beobachten, oder, anders zu sprechen, einen solchen Spalt zwischen der Lichtquelle — es sei z. B. die Sonnenscheibe — und dem Prisma, das die Brechung verursacht, anbringen. An Stelle der Sonnenscheibe sieht man alsdann nur eine Lichtlinie, welche von dem Prisma in eine Folge von aneinander gelagerten, verschieden gefärbten Linien zerlegt wird, deren Gesamtheit ein Spektrum ausmacht. Dieses Spektrum ist umso reiner, je schmäler der angewandte Spalt ist. So wird sich das Spektrum als ein farbiges Band darstellen. Ist aber die Lichtquelle punktförmig, wie z. B. ein Fixstern, so zeigt sich das Spektrum als eine einfache Linie. Da indessen in einer solchen die Farben schwer zu unterscheiden sind, pflegt man durch einen besonderen Kunstgriff, nämlich durch Anbringung einer Zylinderlinse vor dem zur Anwendung kommenden Fernrohre, das Bild des Sterns in einer Richtung zu verbreitern, wodurch auch das Sternspektrum bandförmig wird.

Ist die Lichtquelle weiß, so daß dieselbe, wie z. B. die Sonne, alle möglichen Abstufungen von Farbe enthält, so wird ihr Spektrum auch alle jene Abstufungen nebeneinander zeigen und wird alsdann kontinuierlich genannt. Dies ist z. B. immer mit glühender Materie der Fall, sobald dieselbe in festem oder flüssigem Zustande vorhanden ist. — Hat aber eine Lichtquelle nur eine, z. B. eine gelbe Farbe, so wird ihr Spektrum bei der obenerwähnten Anordnung mit dem Spalte, aus einer einzigen gelben Linie bestehen. Ist dagegen die Lichtquelle bikromatisch, d. h. wenn dieselbe zwei und nur zwei verschiedene Lichtarten entsendet, — es sei z. B. ein gelbes und ein blaues Licht —, so nimmt das Gesamtlicht bei der Betrachtung mit dem bloßen Auge eine neue Farbennüance, im erwähnten Falle eine grüne, an, aber ihr Spektrum wird jetzt aus zwei und nur zwei Linien, nämlich einer gelben und einer in einem gewissen Abstande von jener liegenden blauen Linie bestehen. Enthält die Lichtquelle drei Farben, so besteht ihr Spektrum aus drei Linien u. s. w. Ein solches aus distinkten hellen Linien auf dunklem Boden zusammengesetztes Spektrum nennt man ein diskontinuierliches.

Glühende Materie, die im gasförmigen Zustande vorhanden ist, hat in der Regel ein diskontinuierliches Spektrum. Das Licht, welches von glühendem Gas ausgestrahlt wird, enthält also eine bestimmte Anzahl distinkter und reiner Farben. Daher können wir mit dem Spektroskope — demjenigen Instrumente, welches zur Zerlegung des Lichtes in Farben dient, — entscheiden, ob eine gewisse Lichtquelle gasförmig ist oder nicht. Im ersten Falle gibt sie nämlich ein diskontinuierliches und im andern Falle ein kontinuierliches Spektrum.

Geht das Licht, das von einem glühenden, festen oder flüssigen Körper entsendet wird, durch ein Gas hindurch — wie z. B. das Licht von dem Innern der Sonne ihre Atmosphäre durchdringt — so werden alle diejenigen Farben des durchgehenden Lichtes ausgelöscht oder, wie man sagt, absorbiert, welche den Farben des Gases entsprechen. Das Resultat hiervon ist ein Spektrum, das in der Hauptsache kontinuierlich ist, in welchem aber gewisse distinkte Farben fehlen, was man daran sieht, daß das Spektrum von einer Anzahl dunklen (farblosen) Linien, sogenannten Absorptionslinien durchzogen ist.

Ein solches Spektrum ist das Sonnenspektrum. Die fraglichen dunklen Linien im Sonnenspektrum wurden von Wollaston im Jahre 1802 entdeckt, ein Dezennium später von Frauenhofer näher studiert, und deshalb die Frauenhofer'schen Linien genannt. Die deutlichsten von denselben werden mit dem Buchstaben *A* im äußersten Rot bis H im Violett bezeichnet.

Sobald eine Lichtquelle ein solches Spektrum gibt, kann man also nicht nur schließen, daß ein gewisses Gas vor derselben sich befindet, sondern auch bestimmen, welche Farben dieses Gas im glühenden Zustande ausstrahlt. Ein Spektrum dieser Art nennt man Absorptionsspektrum. Die meisten Fixsterne besitzen ein Absorptionsspektrum.

Untersucht man verschiedene Substanzen in bezug auf das Spektrum, das sie in gasförmig glühendem Zustande geben, so zeigt sich, daß verschiedene Substanzen auch verschiedene Spektren geben und das dieselbe Substanz bei gleicher Temperatur und gleichem Druck immer dasselbe Spektrum hat. So besteht z. B. das Spektrum von Natrium, einer Substanz, die in Kochsalz enthalten ist, aus zwei gelben, sehr nahe liegenden Linien. Diese entsprechen der Frauenhoferschen Linie *D*. Vom Wasserstoff wieder, einem Bestandteil des Wassers, erhält man eine Anzahl verschieden gefärbter Linien, die den Frauenhofer'schen Linien *C*, *F*, *G*, *H* entsprechen. Die schweren Metalle, z. B. das Eisen, haben Spektren, die sehr kompliziert und reich an Linien sind. Diese Linien können indessen mit Leichtigkeit, durch Messung ihrer Lage, identifiziert werden. So sind sehr vollständige Untersuchungen ausgeführt worden, um die Spektren der verschiedenen Substanzen zu bestimmen. Der Erfolg dieser Untersuchungen war ein durchschlagender. Es gelang nicht nur, durch das Spektroskop die geringsten Mengen der verschiedenen Substanzen einer gegebenen Lichtquelle nachzuweisen, sondern man konnte auch hierdurch neue, vorher ganz unbekannte Substanzen entdecken.

Man fragt sich jetzt, woher dieser Zusammenhang zwischen dem Aussehen des Spektrums eines Stoffes und dessen chemischer Beschaffenheit kommt. Ganz gewiß ist dieser Zusammenhang nicht bloß ein äußerer und spielt nicht nur die Rolle eines Instruments für chemische Untersuchungen, sondern ein ganz wesentlicher und geeignet, die innere Struktur der Materie in deren kleinstem Teile uns einigermaßen zu offenbaren. Mehrere Verhältnisse in der Physik, wie die Ausdehnung der Körper, sobald man ihnen Wärme zuführt, wie der zunehmende

Druck der Gase, wenn die Temperatur ansteigt, hatten schon längst zu der Annahme geführt, daß die Körper aus gewissen, äußerst kleinen, selbständigen und verhältnismäßig freien Teilen, den sogenannten Molekeln, bestehen, und daß jene wieder aus gewissen noch kleineren Teilen, den sogenannten Atomen (aus dem Griechischen, „den Unteilbaren"), bestehen, durch welche letzteren die chemischen Eigenschaften der Körper bedingt sind. Von der Gründung der mechanischen Theorie der Wärme an, nachdem es gezeigt worden war, daß die Wärme in Arbeit (wie z. B. mittels der Dampfmaschine) und umgekehrt Arbeit in Wärme überführt werden kann, sowie daß eine gewisse Wärmemenge genau einem gewissen Quantum Arbeit entspricht, wurde die Ansicht, daß die Wärme in kleinen unsichtbaren Bewegungen der kleinsten Teile der Körper besteht, mit großer Gewißheit bestätigt. Denn wäre dem nämlich nicht so, so würde es unmöglich sein, zu verstehen, wie aus Wärme Bewegung oder Arbeit gewonnen werden könnte. Diese Bewegungen der Materie schrieb man den Molekeln zu. Ebenso wurde es angenommen, daß die Atome Bewegungen besitzen, durch welche das Licht, das die Körper aussenden, erzeugt wird. Eine gewisse Schwierigkeit, die sicher doch überwindbar sein mag, existiert hierbei in dem Umstande, daß Wärme und Licht gleichartige Phänomene sind, weshalb es auch überflüssig erscheint, zwei Systeme von Partikeln anzunehmen, von denen das eine dem andern subordiniert ist. Ganz wahrscheinlich wird man Grund haben, diesen Dualismus fallen zu lassen, was natürlich nicht verhindert, daß gewisse Systeme der kleinsten Teile der Materie Gesamtbewegungen der in denselben enthaltenen Teile haben können, die sich in gewissen Eigenschaften der Strahlung der Körper ausprägen mögen.

Späterhin bildeten sich neue atomistische Begriffe aus. So hat z. B. die Theorie der sogenannten Elektrolyse zur Annahme von elektrisch geladenen Partikelchen, sogenannten „Jonen" (vom Griechischen: „den Wandernden"), von denen zwei mit entgegengesetzter Ladung in den Molekeln enthalten sind, geführt. Diese erst von Faraday ausgesprochene und nachher von Clausius und Williamson adoptierte Vorstellung wurde auch von Arrhenius näher ausgearbeitet und liegt seiner elektrochemischen Theorie zu Grunde. Faraday, dessen wissenschaftliche Wirksamkeit von einer fast visionären Auffassung gekennzeichnet war, zählt unter seinen Nachfolgern Maxwell und Helmholtz. Der erstere hat auf Faradays Vorstellung von elektrisch geladenen Jonen seine Theorie des Lichts gegründet, welche darauf hinausgeht, daß das Licht durch eine oszillierende Bewegung solcher elektrisch geladener Jonen, oder, wie man späterhin sagt, Elektronen, erzeugt wird. Diese elektrische Vibration wird in geradlinigen Strahlen von dem Äther fortgeleitet, der von Maxwell nicht als eine feste elastische Substanz, sondern als ein System von freien Zellen aufgefaßt wird, deren jede einen kugelförmigen Ätheratom oder Elektron einschließt — eine Auffassung, die man als gekünstelt betrachten mag und welche wohl auch von dem Urheber nicht als endgiltig angesehen worden ist, die aber den Vorteil bietet, die Fortpflanzung der verschiedenen Naturagenzien durch den Raum zu erklären, nämlich für das Licht durch die oszillierende (Wellen-) Bewegung der Elektronen, für die Elektrizität durch deren geradlinig hervorströmende Bewegung und für den Magnetismus durch eine rotierende Bewegung der Elektronen. Offenbar befindet sich aber diese Auffassung der Zusammensetzung der Materie und des Äthers in den kleinsten Teilen noch in ihrer ersten Entwicklung. Es wäre auch gewiß eine sehr lohnende Arbeit, dieselbe so all-

seitig wie möglich zu revidieren und dabei auf sämtliche Naturphänomene Rücksicht zu nehmen, bei deren Studium die verschiedenen Vorstellungen von der Beschaffenheit der Materie ausgebildet sind.

Indessen ist die obenerwähnte Annahme elektrisch geladener Jonen oder Elektronen in der letzten Zeit in vollkommen schlagender Weise bestätigt worden, und zwar durch diejenigen Untersuchungen über die Einwirkung des Magnetismus auf das Licht, welche von den holländischen Gelehrten Zeemann*) und Lorentz ausgeführt wurden, von denen der erste nachwies, daß die Spektrallinien einer Lichtquelle in einem magnetischen Felde verdoppelt, dreifach oder mehrfach auftreten, während letzterer diese höchst merkwürdige Wechselwirkung zwischen Licht und Magnetismus theoretisch erklärt hat. Die positiv und negativ geladenen Jonen erhalten je nach dem Einfluß des magnetischen Feldes Schwingungen verschiedener Perioden, welche im Spektrum einer Liniendublette entsprechen. Es ist hierzu doch notwendig, anzunehmen, daß die Elektronen in der Lichtquelle nicht nur einer magnetischen Kraft, sondern auch einer elastischen Kraft unterworfen sind. Es kommt nun ferner auf die Richtung des Lichtstrahls in bezug auf die Kraftlinien im magnetischen Felde an. Eine geradlinige Vibration auf Grund elastischer Kräfte in der Richtung der Kraftlinien entsendet kein Licht in der Richtung der Kraftlinien, wohl aber senkrecht gegen diese. Die beiden Vibrationen, welche auf Grund magnetischer Kräfte entstehen, sind nach Lorentz im allgemeinen kreisförmig und geben im allgemeinen eine Liniendublette. Sobald die elastische, geradlinige Vibration hinzukommt, entsteht eine Triplette. Auch scheinen die Polarisationsverhältnisse dieser verschiedenen Strahlen durch die fragliche Theorie genügend erklärt zu werden.

Bei dieser Betrachtungsweise in bezug auf die Konsistenz der Materie in den kleinsten Teilen haben wir uns vorzustellen, daß Jonen und Atome ebenso wie Molekeln in unaufhörlicher Bewegung sich befinden. Wie nun auch diese Bewegungen beschaffen sein mögen, so ist es einleuchtend, daß dieselben wenigstens im Mittel für längere Zeiträume periodisch sein müssen, weil sonst die Atome aus den Molekeln abgesondert werden würden und die letzteren aus der Struktur der Materie heraustreten würden, was wieder undenkbar ist, weil wir uns die Materie als unveränderlich vorstellen. Diese periodischen Bewegungen, die wir Schwingungen, Oszillationen und Vibrationen nennen, werden vom Äther aufgenommen und wellenartig im Raume verbreitet. Die Summe aller unter Einwirkung einer Lichtquelle entstehenden Ätherschwingungen nennen wir, von diesem Gesichtspunkte gesehen, wieder Spektrum.

Der Zustand eines Körpers ist wesentlich von einer inneren Molekularbewegung abhängig. Ist dieselbe so beschaffen, daß die Molekeln leicht ihre Gleichgewichtslagen verlassen und sich dabei verhältnismäßig unbehindert bewegen können, so befindet sich der Körper im gasförmigen Zustande. Dieser Zustand führt auch eine größere Freiheit der Atome herbei, so daß auch diese in ihren Bewegungen von den nächstliegenden Molekeln nicht wesentlich gehindert werden. Da nun die Anzahl der Atome in einem Molekel eine endliche ist, so entsteht eine endliche Anzahl verschiedener und regelmäßiger Oszillationen, nämlich eine Oszillation für jede Art von schwingenden Atomen. Jeder Oszillation entspricht eine gewisse Farbe, und hieraus ist also ersichtlich, wie die Gase ein diskontinuierliches Spektrum geben müssen, in welchem gewisse bestimmte Lichtarten in endlicher Anzahl vorhanden sind.

*) Vgl. „Weltall" Jg. 1. S. 77.

Der feste Aggregatzustand eines Körpers wird wieder durch eine sehr geringe Freiheit der Atome bedingt. Dieselben können ihre Gleichgewichtslagen nicht ungehindert verlassen und müssen einander gegenseitig drängen, behindern und stören. Die so entstehenden Oszillationsbewegungen müssen sich infolgedessen offenbar so gestalten, daß alle möglichen verschiedenen Perioden in unendlich vielen Gradationen entstehen. Der feste Körper wird also einen Strahlenkomplex aussenden, worin alle möglichen Farben vorhanden sind, und er wird deshalb ein kontinuierliches Spektrum geben. Der flüssige Aggregatzustand befindet sich zwischen den beiden erwähnten Zuständen, aber nähert sich in bezug auf das Spektrum hauptsächlich dem festen Aggregationszustande.

Es ist auch mit Erfolg versucht worden, die Entstehung des Absorptionsspektrums aus ähnlichen Betrachtungen zu erklären.

Bevor wir diese Übersicht über die spektralanalytischen Theorien verlassen, wollen wir hier noch die folgenden geschichtlichen Daten erwähnen. Schon Leonard Euler hat in seiner Theoria lucis et coloris den Grundsatz ausgesprochen, daß jeder Körper Licht von derselben Wellenlänge, in welcher seine kleinsten Teile oszillieren, absorbiert. Foucault gelang es, schon ein umgekehrtes Spektrum von Natrium zu erhalten und Angström stellte im Jahre 1853 den Satz auf, daß die Lichtstrahlen, die ein Körper absorbiert, genau dieselben sind, wie diejenigen, die er im glühenden Zustande auszusenden vermag. Frauenhofer hatte schon die dunkle Linie *D*, welche den Natrium-Doppellinien entspricht, wahrgenommen. Die epochemachenden Untersuchungen Kirchhoffs auf diesem Gebiete stammen aus dem Jahre 1860.

Für unsere Auffassung der Natur des Weltsystemes sind die stellarspektroskopischen Beobachtungen von entscheidender Bedeutung. Die ersten solcher Beobachtungen wurden natürlich an der Sonne gemacht. So wurden schon von Anders Jonas Angström in Upsala die sogenannten Frauenhoferschen Linien im Sonnenspektrum systematisch bestimmt. Diese Untersuchung ist in der letzten Zeit von Rowland in Baltimore wiederholt worden. So ist ein sehr vollständiger Atlas über die Frauenhoferschen Linien im Sonnenspektrum hergestellt worden, mit dessen Hilfe man im stande war, zu konstatieren, daß die meisten der irdischen Substanzen auch auf der Sonne vorhanden sind. Die hiermit analogen Untersuchungen von Fixsternen zeigen, daß auch dort dieselben Stoffe vorkommen. Aus den stellarspektroskopischen Untersuchungen ist also das allgemeine Resultat hervorgegangen, daß ebenso wie dieselbe Kraft — die Newton'sche Attraktion — die Bewegungen der Himmelskörper leitet, wo immer sie sich befinden mögen, so haben dieselben auch überall im wesentlichen eine und dieselbe chemische Konsistenz und eine allgemeine Gleichförmigkeit ist also im Weltall in den genannten Beziehungen obwaltend. (Schluß folgt.)



Über Japans Kartenwesen.

Von W. Stavenhagen.

Der unter der weitsichtigen und tatkräftigen Regierung seines jetzigen Herrschers zur Großmacht von politischer Bedeutung aufgeblühte Inselstaat Japan lenkt neuerdings auch auf kartographischem Gebiet die Aufmerksamkeit auf sich. Das Land bietet der Vermessung höchst reizvolle, aber bei dem

durchaus gebirgigen Charakter seines Innern und der von Felsenriffen, Untiefen, Koralleninseln begleiteten Küste recht schwierige Aufgaben. Die alten Karten, von denen auch wenig bekannt ist, namentlich die einheimischen Ursprungs, besitzen nur kulturgeschichtlichen Wert und können hier bloß gestreift werden. Erwähnen möchte ich zunächst die älteste europäische Spezialkarte von Japan, die wir besitzen (wenn man von den Weltkarten und Asien darstellenden Blättern absieht, die das Inselreich nur als Anhängsel behandeln, so z. B. dem wertvollen Atlas von Lazaro Luiz von 1563, dem auf derselben Grundlage beruhenden Dourado von 1571 und den neun künstlerisch ausgestatteten des Diego Homem, eines in Venedig lebenden portugiesischen Kartographen, von 1558—74), nämlich die des portugiesischen Kosmographen Ferñao Vaz Dourado vom Jahre 1568. Er hat sie in Goa gezeichnet und dem damaligen Vizekönig von Indien, Don Luis de Alaide, gewidmet. Dieses jetzt der Herzogin von Alba zu Madrid gehörige kostbare Werk enthält freilich nur die größere nordöstliche Hälfte der Hauptinsel Hondo zwischen dem 34. und 41. Grad nördl. Breite; also auch Tokio, das frühere Yeddo, fehlt darauf. Obwohl diese Karte nur den damals bekannten Südwesten der hafenreichen Insel Kyushu wiedergibt, ist sie doch ein solcher Fortschritt in der Darstellung und Kenntnis des Inselreichs gewesen, daß sie bis in die erste Hälfte des 17. Jahrhunderts, als die Holländer wesentlich neue Entdeckungen machten, für alle späteren Karten von Japan maßgebend geblieben ist. Eine Beschreibung des portugiesischen Schiffskapitäns Jorge Alvarez dürfte eine ihrer Hauptgrundlagen gebildet haben. Aus dem eine Sammlung der besten zeitgenössischen Karten umfassenden „*Theatrum orbis terrarum*" des berühmten belgischen Geographen Abraham Ortelius sei genannt: „*Japoniae Insolae descriptio*" 1 : 5 Millionen von Ludwig Teiser, 1595 zu Antwerpen in einer farbigen, 1601 in einer schwarzen Ausgabe erschienen.*) Dann des bekannten Buchhändler und Kartographen Josse (Judocus) Hondius, der sämtliche Kupferplatten der Karten Mercators von seinen Erben erworben hatte, 1607 zu Amsterdam veröffentlichte Karte „Japonia" 1 : 1,5 Millionen. Sie ist farbig und 0,43 : 0,32 m groß und hat am Rande eine Gradeinteilung. Die Gebirge sind in perspektivischer Manier dargestellt. Bei demselben erschien auch im Verlag 1610 des Gerardus Mercator „Japonia" 1 : 10 Mill., schwarz, 0,15 : 0,11 m groß, die 1621 bei Jansson in Arnheim neu aufgelegt wurde. Auch in 1 : 13 Mill. ist von dem großen Reformator der Kartographie 1628, also lange nach seinem Tode (1594), eine „Japonia" in schwarzem Kupferstich (0,18 : 0,12) herausgekommen, der 1630 eine solche, 1 : 9 Mill., bei Joh. Cloppenburg folgte. In der berühmten Offizin des Willem Joh. Blaeu erschienen 1663 und später mehrere kolorierte Ausgaben von Mercators „*Japoniae Regnum*", 1 : 3,5 Mill. (0,55 : 0,40). Auch auf der großen chinesischen Reichskarte, 1 : 1 Mill., die 1661—1718 unter Kaiser Kanghi bearbeitet wurde, ist Japan mit enthalten.

Erwähnt sei ferner „*Imperium Japonicum in sexaginta octo Provincias divisum ex ipsorum Japonensium mappis et observationibus Kaempferianis, qua fieri licuit fide et cura descriptum a Joh. Cap. Schevchzer*" *Figurino* 1 : 3,2 Mill., mit 2 Nebenkarten: Kamtschatka und Nipon. Dann des nächst Homann in Nürnberg zu jener Zeit bedeutendsten deutschen Kartographen Matthäus Seutter in Augsburg 1728 erschienenes „*Imperium Japonicum per sexaginta sex Regiones*" 1 : 2,2 Mill., das ebenfalls auf japanische Arbeiten sich stützt und eine Neben-

*) Im Text des „*Theatrum*" wird Japan „*Zipangu*" genannt und zu „*India*" gerechnet. Es liegt im „chinesischen Ozean".

karte: „*Conspectus urbis Nangasaki*", aufweist. Auch des Sr. Robert: „*L'Empire du Japon, divisé en sept principales parties et subdivisé en soixante et six Royaumes*", 1 : 3 Mill., das in kolorierter Ausgabe 1750 in Paris veröffentlicht wurde, und die 1770 nach den Anmerkungen Heinrich Kämpfers gefertigte „Karte von Japan", 1 : 5 Mill., seien hervorgehoben.

Von alten japanischen Arbeiten möchte ich eines Globus von 1640 gedenken, der in 4 Segmenten hergestellt ist. Sein Verfertiger, Yasui Santetsu, rechtfertigt sein Unternehmen mit den für die damalige Erkenntnis der Japaner charakteristischen Worten: „Bisher sah man die Erde als Fläche an. Warum hast Du sie nun rund dargestellt?" So hat man mich gefragt. Ich habe geantwortet: „In *To-shio-shen* steht geschrieben: Die Erde ist rund wie eine Kugel, deshalb habe ich sie so dargestellt". Übrigens soll Santetsu, der sich auch um die Verbesserung des japanischen Kalenders sehr verdient gemacht hat, auch eine Karte des Landes mit Breiten und Längen gezeichnet haben.

Aber erst im Anfange des 19. Jahrhunderts finden wir eine brauchbare Karte japanischen Ursprungs, nämlich die von Ino in 1 : 218 970. Wahrscheinlich aus dieser Zeit, vielleicht aber noch älter, ist ein der Berliner Königlichen Bibliothek gehöriges, mit dem Pinsel bunt gemaltes Itinerar der großen Staatsstraße (Tokaido) von Miako nach Yeddo. Es enthält alle an- und umliegenden Ortschaften, sowie die Berge in perspektivischer Manier, dann die Flüsse, Brücken, Schleusen etc. in großem Maßstabe und in japanischer Schrift, flott krokiert. Die um einen Elfenbeinstab gewickelte Pergamentrolle ist 19,2 m lang, 0,27 m hoch. An japanischen Spezialkarten aus dem Anfang und der Mitte des vorigen Saeculum sei ferner ein von Nagajama Yeddo im 3. Jahre Kaie gemachter kolorierter Wegweiser, der die Straßen enthält, welche von Yeddo aus in 16 Kreise von Nippon führen, und beim Buchhändler Ekado erschienen ist. Das in japanischer und chinesischer Sprache abgefaßte Werk ist 0,73 : 0,98 m groß. Weiter eine Karte von Japan mit den Brücken und Wegen von Tschibba, einem berühmten Gelehrten, die im 1. Jahre Kokas bei dem Buchhändler Tagási in Osáka erschienen ist. Sie hat ein Gradnetz, Windrose, zahlreiche Erläuterungen und Zeichenerklärungen, alles wie die Beschreibung in japanischer Sprache, und gibt die Umrisse ziemlich gut wieder. Sie ist koloriert, 0,60 : 0,95 m hoch. Die Wege sind rot, die Gewässer blau, die Berge in Hügelmanier grün, die Ortschaften in Vierecken und Ovalen von verschiedener Färbung und mit eingeschriebenen Namen. Ähnlich, nur größer im Maßstabe, ist eine im 2. Jahre Kaie (1849) zu Yeddo veröffentlichte Karte von Japan (Nippon, Kiusiu, Sikok), eingeteilt in Provinzen und Kreise, die Takassiba zum Verfasser hat. Das Blatt ist 1,45 m lang, 0,70 m breit. Recht erwähnenswert ist auch ein in japanischer Sprache beschriebener „Atlas von Japan", den ein nicht genannter Leibeigener auf Befehl seines Fürsten im 3. Jahre Gennsó (etwa 1850) verfasst hat. Er enthält eine Weltkarte, ferner das Japanische Reich und endlich die einzelnen Provinzen, alles in Schwarz, mit voraufgehenden Erläuterungen und Zeichenerklärungen und ist im Verlag von Mará Kami in Kióto erschienen. Auch Spezialkarten einzelner Teile des Landes, so besonders der Insel Jezo und der Kurilen, alles in großem Maßstabe, sind mehrfach vorhanden, z. B. von einem Regierungsbeamten Mazuura in 28 Blatt, so von Tojósima u. A. Hervorragend aber waren die Kartenwerke, die der um die Erschließung Japans so hochverdiente deutsche Forscher Phil. Franz v. Siebold teils nach eigenen Originalaufnahmen, teils auf Grund astronomischer Beobachtungen von Japanern und älteren Karten erscheinen

ließ, so eine Karte von Japan, 1 : 2 Mill., die A. Beyley und J. M. Stuart in Stein gestochen hat. Das 0,75 : 0,58 m große kolorierte Blatt ist mit Profilen und einer Nebenkarte „*de Baai von Nagasaki, opgenommen door v. Siebold 1828*“ versehen und 1841 in 2. Auflage bei Arnz & Co. in Leiden erschienen. Dann vor allem der große „Atlas von Land- und Seekarten vom Japanischen Reiche, Dai-Nippon und dessen Neben- und Schutzländern Jozo mit den südlichen Kurilen, Krafto, Korai und den Liukiuinseln, nebst einer Seekarte der Küste von China und der Insel Formosa, nach holländischen Seekarten des 17. Jahrhunderts“ bearbeitet und herausgegeben von Siebold. Die 18 Blatt (je 0,50 : 0,40 m groß) in Schwarz und Farben, enthalten das Gelände in Bergstrichen und unterscheiden Reichsstadt, Provinzial-Hauptstadt, befestigte Städte, Städte, Flecken und Dörfer. Das Werk ist in Berlin bei Schropp, in Leiden beim Verfasser und in Amsterdam bei Gerh. Hulst van Keulen 1851 erschienen und noch heute nicht veraltet.

Aber erst als unter dem jetzigen Mikado im letzten Viertel des 19. Jahrhunderts das asiatische Großbritannien in die Reihe der Kulturstaaten trat, erfolgte auch auf kartographischem Gebiete ein großer Umschwung. Es wurden mehrere Behörden für die Landesaufnahme eingerichtet, die leider nicht immer Hand in Hand arbeiteten. Vor allem möchte ich die K. japanische geologische Reichsanstalt *(Geological Survey)* erwähnen, die durch Verordnung des Daijokwan (kaiserlich japanischen Staatsrats) 1879 neu gegründet wurde. Die Bauten des Instituts wurden von dem vortragenden Rat im Ackerbauministerium, Herrn Wada Tsunashino, ausgeführt. Die Leitung der Anstalt wurde dem Deutschen Dr. Edmund Naumann übertragen, ihre Gliederung erfolgte in eine topographische, geologische, astronomische und chemische Abteilung. Die topographische begann Ende September 1880 ihre Feldarbeiten. Als geodätische Grundlage dienten einmal die trigonometrischen Aufnahmen des K. japanischen trigonometrischen Bureaus Kaitakushi, die durch den General Arai erfolgt waren, sowie die Generalstabstriangulation und andere Ortsbestimmungen. Ferner bereits ausgeführte geologische Routenskizzen, 1 : 50 000, auch im weiteren Verlauf von zwei Amerikanern gefertigte geologische Aufnahmen von Hakodate, Volkano Bey und Jesso. Mit den in 1 : 50 000, vorübergehend auch — was sich aber nicht bewährte — in 1 : 200 000 ausgeführten vorläufigen Meßtischaufnahmen waren eingehende Erkundungen des Landes als Vorbereitung für die späteren Hauptaufnahmen verbunden, um den Gebirgsbau und die allgemeinen Verhältnisse genau zu studieren. Sie wurden durch Dr. Naumann und seine beiden geologischen Assistenten, die Herren Fujitami und Sekino, später Herrn Okawa, ausgeführt, und zwar zunächst im nördlichen Teil der Hauptinsel bis zur Breite von Sendoi hinunter. Dann wurde auf der Ino'schen Grundlage ein Kartenentwurf hergestellt und die Zeichner in der Ausführung der Geländedarstellung geübt. 1882 übernahm Naumann die topographische Abteilung selbst Die Veröffentlichungen des ersten Teils der Erkundungskarten bis zum 38. Breitengrade in zwei Blatt sollten in Steingravüre nach der photographischen Reduktion im Maßstabe der Inoschen Karte 1 : 218 970 erfolgen, die Bodenverhältnisse in 40 m-Kurven. Doch die *Tokio Lithographing Company*, die die Gravüre bewirken sollte, löste sich vorzeitig auf, und so unterblieben diese Publikationen. Dann aber kamen zu Stande: 1. ein Kartenentwurf des ersten Gebiets der Hauptaufnahme zwischen Yedogawo und Fujikawa, 1 : 200 000, auf dem das Gelände geschummert ist; 2. ein Hauptkartenentwurf des ersten und eines Teils des zweiten Gebiets, 1 : 200 000, das Gelände in 40 m Niveaulinien. Da aber diese Entwürfe auf einem

fehlerhaften Netz beruhten, so wurde 3. eine neue Bearbeitung des Gerippes der Hauptkarte, und zwar des ersten, zweiten und dritten Gebiets in 1 : 150000 vorgenommen. Als Vorlage für die Veröffentlichung dienten 4. einige Gradabteilungsblätter 1 : 200000 (Yokohama und Idzu), die aus der Karte 1 : 150000 reduziert waren, und 5. ein Schriftblatt des nördlichen Teils der Karte. Auch wurden die ersten Erkundungskarten photographisch in 1 : 400000 verkleinert, das Ino'sche Gradnetz verbessert und dann in Bonnescher Projektion alles umgezeichnet und in Kupfer gestochen sowie einige Spezialkarten ausgeführt. Fast gleichzeitig arbeitete die geologische Abteilung. Sie machte zunächst auf Grund der Hauptaufnahme des ersten Gebiets einen geologischen Karteuentwurf 1 : 50000, sowie eine geologische Spezialkarte 1:200000 desselben Geländes. Dann bearbeitete sie das Gebiet von neuem in 1 : 200000 (geologisch koloriert mit japanischem Text), gab auch eine Spezialkarte der Bergreviere von Ani, Kamashi, Waka, Kosaka und Oppu in 1 : 20000 bis 1 : 50000 heraus.

Alle diese neueren Kartenwerke bestehen aus Gradabteilungsblättern, die, da es an Kupferstechern fehlte, in Kupfer geätzt wurden. An diese Arbeiten schloß sich, nachdem inzwischen auch die Erkundung südlich des 38. Breitengrades vollendet war, eine geologische Übersichtskarte 1 : 1 Mill. (Dainippu teikoku zendzu) mit japanischem Text. Ferner wurden magnetische Aufnahmen zur Herausgabe einer Karte der Isogonen, Isoklinen und isodynamischen Linien von Japan gemacht. Die 1887 durch Professor Knatt mit Hilfe von drei Japanern ausgeführte neue magnetische Vermessung ergab, daß Japan von Isoklinen durchzogen wird, die im allgemeinen regelmäßig von WSW nach ONO verlaufen. Später erschienen im Engraving Office zu Tokio noch: Eine *Sectional Map* 1 : 200000 (Dai Nippon Kei-isen Kubunzu), jedes Blatt 1 Grad lang, $^1/_2$ Grad breit, 46/28 cm groß. in Schwarz, auch geologisch koloriert (Shizuoka, Fuji, Kofu, Neda, Nagano, Szu, Yokohama, Tokio, Mayobashi, Nikko, Kazusa, Chiba und Mita) 1884—88. Dann eine *Reconnaissance Map* 1 : 400000 [0,324 sun = 1 Ri] (Dai Nippon Yosatsuzu) in zwei Divisionen, schwarz und geologisch koloriert, in sehr guter Ausführung. Das Gelände ist in 40 und 100 m braunen Kurven dargestellt, das Meer in 10, 20, 50 und 100 Fadenlinien. Division I (1886) enthält Nordjapan vom 38. bis 42. Grad nördl. Breite und Division II (1887) Japan zwischen dem 38. Grad nördl. Breite und dem 138. Grad östl. Länge. Dazu kam 1890 das 1. Heft einer topographisch-geologischen Übersicht über die japanischen Inseln mit 7 Karten von Toyokissi Harada (eine orohydrographische und eine geologische in größerem Maßstabe). Das gange wichtige Werk dieser Map lag 1900 vollständig vor (Tokio). Ihm liegt die modifizierte Flamsteedsche Projektion zu Grunde. Auch die von Dr. Fesca geleitete gute agronomische Aufnahme ist hier kurz zu erwähnen. Sie hatte eine *Agronomic Map* 1 : 100000 zur Folge, die Kai, Ost-Shimotsuki, Sagami und Süd-Musushi umfaßt (1887—88), aber fortgesetzt wird. So sind eben Uzen Province, Akumi District of Ugo Province, Mimasaku Bizen und Bitchu Provinces — stets mit japanischem Text — erschienen.

Dann hat das Kaiserlich japanische Bureau Kaitakushii, dem die trigonometrische Aufnahme obliegt und das darüber im „*Report of the General Trigonometrical Survey of Japan*“ berichtet hat, eine große Reihe von Veröffentlichungen seit 1875 veranstaltet, unter denen ich hier nur die „*Sketch showing the progress of the primary triangulation for the General trigonometrical survey of Japan from 1878 to 1880*“ (Tokio 1881) und die Hafen- und Buchtenpläne 1 : 25000 bis 1 : 50000 (Tokio 1880) erwähnen möchte. Ferner gab das Kaiserliche

Vermessungsbureau Chirikioke, das dem Ministerium des Innern (Heimusho) unterstellt ist, eine Generalkarte des japanischen Reichs in 1 : 800000, eine Karte der Territorial-Einteilung Japans in Fu und Ken, Provinzen und Koris (mit Okinawa ken, aber ohne Hokkaido) in demselben Maßstabe, sowie die Skizze der Dreiecke 1. Ordnung der trigonometrischen Aufnahmen von Japan 1878 bis 1880 heraus, dazu Pläne von Yokohama, Kobe, Ozaka, Ise, Iga, Owari, Shima, Kai, Suruga, Izu, Musashi, Sagani, den Inseln des Izumeeres u. s. w., teilweise in sehr großem Maßstab.

Wir kommen nun, *last not least,* zu den eigentlichen Generalstabs-Aufnahmen. Hier war, wie überhaupt im Heerwesen, seit Einführung der allgemeinen Wehrpflicht (21. I. 1889) und einer konstitutionellen Verfassung, deutsches Vorbild in hervorragendem Maße vorhanden. Deutsche Generalstabsoffiziere, wie Meckel, v. Blankenburg, v. Wildenbruch haben auch bei der Organisation der Landesaufnahmen mitgewirkt, die dem Chef des Generalstabes bezw. dem Ministerium des Krieges (augenblicklich Generalleutnant Baron Kodama) unmittelbar unterstellt ist. Der Generalstabschef, der Marschall Marquis J. Oyama, soll ein reges Interesse für die militärische Landesvermessung nicht blos von Amtswegen besitzen und die neusten Fortschritte dabei in Anwendung bringen lassen. Es sind augenblicklich außer den fortlaufenden Meßtischaufnahmen in 1 : 20000 bezw. 1 : 50000 eine topographische Karte von Japan 1 : 200000 auf 153 Blatt und von Formosa (Taiwan) einschließlich Hokoto (Pescadores) und den angrenzenden Inseln, wo Ende der 90er Jahre die Vermessungen begonnen haben und wahrscheinlich Anfang dieses Jahres beendet sein werden, auf 14 Blatt. Ferner, bei der großen Bedeutung, welche die Küstenverteidigung und das Flottenwesen für Japan haben — eben erst sind, trotz ungünstiger Finanzen, riesige Mittel zum Ausbau der Kriegsmarine von dem opferfreudigen und patriotischen Volke bewilligt worden —, ist eine systematische Aufnahme der Kriegshäfen und deren Befestigungen 1 : 10000 bezw. 1 : 20000 im Gange. Dazu treten Garnisonkarten, welche Truppenoffiziere, meist 1 : 20000 und 1 : 50000 ausführen. Von Tokio ist ein fünffacher Farbendruck mit Ansichten der Stadt und Nebenblättern (50 : 72 cm) zu haben.

Erwähnen möchte ich auch die Katastervermessungen in dem 1895 an Japan gefallenen Formosa, die zur Aufstellung eines Grundbuches (*Dooms day Book* = jüngstes Gerichtsbuch) 1899 auf der Basis der genauen Triangulation des Landes begonnen wurden und wahrscheinlich 1903 beendet sein werden. Sie erforderten 300000 Pfd. Sterling.

Schließlich möge dieser nur kurze Überblick der Kartographie Japans noch durch Hervorhebung einiger privater Kartenwerke geschlossen werden. Von neueren japanischen Arbeiten möchte ich nur die sehr gute Eisenbahnkarte von Kihinkai nennen. Von chinesischen die Darstellung Japans auf der 1863 veröffentlichten Wu-tshang-Karte. Hervorragendes leisteten die Ausländer. Von deutschen Arbeiten ist zunächst der 1885—87 von Dr. Bruno Hassenstein bei Perthes veröffentlichte Atlas von Japan 1 : 1000000 in 7 kolorierten Blättern mit Übersichtskarte 1 : 7500000 zu nennen, dann die vortreffliche Karte (Ostchina, Korea und) Japan 1 : 7500000 mit Nebenkarte (Tokio und Umgegend 1 : 1500000) im Stielerschen Atlas (Gotha, Perthes). Ferner A. Herrich: Neue Spezialkarte von Korea, Nordost-China und Süd-Japan 1 : 4500000, mit Plänen der Hauptstädte, so Tokios, und deren weiteren Umgebungen, Farbendruck (C. Flemming, Glogau). Auch sei hier daran erinnert, daß man die erste zuverlässige und sachkundige Kenntnis

des so lange streng abgeschlossenen Landes überhaupt erst einem Deutschen, dem berühmten Forscher F. v. Siebold, verdankt. Von neueren französischen Karten seien genannt: *„Carte politique de l'empire du Japon à l'échelle 1:10000000“*, dann *„Carte hypsométrique et bathymétrique 1:50 000 000“* und endlich die Karten R. Hausermanns in dem guten *„Atlas universel“ (Paris, Fayard frères édit.)* in verschiedenen Maßstäben, besonders von *Hondo ou Nipon et Kiou-Siou (Japon) à l'échelle de 1:7 500 000* und *de l'empire du Japon 1:18 000 000*, sowie desselben Autors in der *„Carte des missions catholiques au Japon 1:2 200 000“, Paris 1898.* Unter den englischen Arbeiten will ich W. and K. Johnston *„China and Japan, touristing map“*, 1 Blatt *(index of 2972 names)* London, als ein viel benutztes, weil stets auf dem Laufenden erhaltenes Werk hervorheben, ohne hier auf die Seekarten der Admiralität einzugehen.

Doch genug! Wir dürften aus dieser Skizze erkannt haben, daß das Reich des Tenno Mutsuhito selbst auf kartographischem Gebiet ein Bild frischen Strebens und einer bewundernswerten Tatkraft in Anbetracht der Kürze der Zeit, die seit seinem Eintritt in die moderne Welt als Kulturstaat verflossen ist, bietet. Nur mit aller Sympathie können wir Europäer alle weiteren Fortschritte, die das Land der aufgehenden Sonne uns immer mehr erschließen und Japan gleichzeitig kräftigen werden, begrüßen. Denn ein starkes Japan von hoher Kultur liegt im Interesse des Weltfriedens.



Über Eiszeiten und das Klima der geologischen Vergangenheit.

Von Prof. Dr. F. Frech (Breslau).

(Schluß.)

II. Das Mittelalter (Mesozoicum).

Das Mittelalter der Erdgeschichte (die mesozoische Ära) zeigt in den ersten zwei Dritteln gleichmäßige Wärme, dann allmähliche Abkühlung, jedoch keine Eiszeit. Schon die ganz allgemeine Verbreitung wechselwarmer Reptilien, die um die Mitte der Ära — von der Jurazeit an — zum Teil riesige Größe erreichen, spricht unbedingt für die Annahme eines frostfreien Klimas auf der ganzen Erde. Fehlen doch in der Gegenwart die von der äußeren Wärme abhängigen Kriechtiere in den arktischen Breiten gänzlich, während sie in der Zone der Winterfröste nur geringe Größe und Mannigfaltigkeit erreichen.

Erst von der zweiten Hälfte des Mesezoicum an prägen sich Klimazonen auf der Erde aus; diese Bildung beginnt wahrscheinlich schon im oberen Jura. Während der Kreidezeit sind dann klimatische Zonen vollkommen deutlich ausgeprägt.

In der ersten Hälfte des Mesozoicum (die von der Trias bis zur Mitte des Jura währt) übertrifft das Jahresmittel der atmosphärischen Wärme den heutigen Durchschnitt bei weitem. Die Verbreitung bezeichnender Kriechtiere von Südafrika bis Nordschottland und Nordrußland ist hierfür ebenso beweisend, wie das gleichzeitige Auftreten der Flachseemuscheln rings um den Stillen Ozean. Zu demselben Rückschluß auf allgemeine Verbreitung hoher Wärme führt das Vorkommen der Sagopalmen oder Cycadeen, deren wenig veränderte Nachkommen jetzt die Tropen bevölkern und nur ausnahmsweise in subtropische Gebiete hineinreichen. Der Höhepunkt der Cycadeenentwicklung ist die Trias, d. h. der ältere Abschnitt des Mesozoicum. Sogar der nördlichste bekannte Fundort fossiler

Pflanzen, Kap Stephen auf Franz-Josefsland hat Sagopalmen geliefert und wird von Nathorst, dem besten Kenner fossiler Pflanzen, zur oberen Trias gerechnet. Auch die Pflanzen, welche auf Kap Flora in Franz-Josefsland eine etwas höhere Schicht (Jura-Kreide-Grenze) erfüllen, zeigen die allgemeinen Charaktere der mesozoischen Pflanzenwelt und keinerlei Einfluß nördlicher Kälte.

Am Ende des geologischen Mittelalters prägt sich die allgemeine Wärmeabnahme in einer Gliederung in Klimazonen aus, welche an der Verbreitung der Tierwelt des Meeres zu erkennen ist. Außerdem sind die bis dahin allgemein verbreiteten Sagopalmen, die Charakterpflanzen der Tropen, bis auf vereinzelte Spuren verschwunden.

Am Schluß der Kreidezeit beginnt im Dekkan (und in weiteren Gebieten) eine Periode enormer vulkanischer Massenausbrüche, die bis in das folgende Erdzeitalter fortdauert. Die Folge davon ist eine Wiedererwärmung des irdischen Klimas, das Verschwinden der deutlich ausgeprägten Klimazonen der Kreideperiode und das Aufhören der auf ein gemäßigtes Klima hindeutenden Kohlenbildung im nordamerikanischen Westen.

Gleichzeitig mit diesen klimatischen Umwälzungen machen die wechselwarmen Reptilien auf dem Festlande und in der Luft warmblütigen Säugetieren und Vögeln Platz. Zwar waren die alten „Saurier“ zur Fortbewegung, zum Angriff und zur Verteidigung wesentlich besser ausgerüstet als die Warmblüter, vermochten aber einem Klimawechsel nicht Widerstand zu leisten. Auch das Verschwinden der großen Meeres-Saurier mag zum Teil auf dieselbe Ursache zurückzuführen sein.

Sind doch in den jetzigen Meeren die Reptilien (Seeschlangen, Schildkröten und die gelegentlich in das Meer herausschwimmenden Krokodile) auf die Tropen sowie auf warm-gemäßigte Meere beschränkt. In den Ozean der kälteren, gemäßigten oder arktischen Zonen geht kein Reptil hinein.

III. Die geologische Neuzeit (Caenozoicum).

Das Tertiär, die am längsten währende Epoche in der Neuzeit der Erde, zeigt im allgemeinen eine entschieden höhere Wärme, als die Gegenwart. Während ihres ersten Abschnittes (des Eocaen) herrschte in Europa jedenfalls eine wärmere Temperatur als während der vorangehenden Periode. Nach den interessanten Zusammenstellungen M. Sempers ist in Belgien etwa ein Drittel, bei Paris etwa die Hälfte der eocaenen Muscheln jetzt auf die warm-gemäßigten und wärmeren Meere beschränkt. Dementsprechend zeigt auch die Landflora, welche damals an der Themse-Mündung lebte, einen tropischen Charakter.

Der zweite Abschnitt der geologischen Neuzeit, das Oligocaen, entspricht einer Abnahme der Temperatur und zum Teil einer Abnahme der Feuchtigkeit. Neue Formen treten auf, bisher vorhandene verschwinden, der Gesamtcharakter der Vegetation wird ein anderer (Schenk).

Das häufige Vorkommen von Palmenstämmen in der Braunkohle des Königreichs Sachsen, in Thüringen und bei Bonn deutet darauf hin, daß auch nördlich der in der folgenden Miocaenzeit aufgewölbten Alpenkette sich subtropisches Klima wieder einstellte.

Dieses zweite, wenngleich weniger deutlich ausgeprägte Temperaturenmaximum entspricht einer gewaltigen Ausdehnung vulkanischer Eruptionen, deren Reste wir aus Nord- und Mitteleuropa, aus Ungarn, Klein-Asien und andrerseits aus Ost-Sibirien und dem amerikanischen Westen kennen.

Eine ausgesprochene Wärmeabnahme kennzeichnet den letzten Abschnitt der Tertiärzeit in Nordeuropa; die Pflanzen von subtropischem Charakter verschwinden und Formen der wärmeren gemäßigten Zone treten an ihre Stelle. Am Schlusse der Tertiärzeit, vor Eintritt der nordischen Vereisung, herrschte ein dem gegenwärtigen entsprechendes Klima in unseren Breiten. Jedenfalls zeigen die Landpflanzen, die Landschnecken und die Tierwelt der Küstengewässer keine irgendwie wesentlichen Unterschiede vor den heute lebenden.

Parallel mit dieser Temperaturverminderung geht eine Abnahme der Eruptivtätigkeit, die in Deutschland, Frankreich, Ungarn und Nordamerika ganz unverkennbar ist.

Überall in den Hoch- und Mittelgebirgen, wo die Eiszeit als solche unterscheidbar ist, läßt sich ein gleichzeitiges Aufhören der Eruptionen nachweisen. Allerdings fehlen in den arktischen (Island) und in den tropischen Vulkangebieten (Java) die Handhaben, um die Eiszeit als solche abzugrenzen.

Angesichts der raschen Zerstörung, welche die Vulkanberge infolge der Verwitterung und Erosion erleiden, sollte man eine beträchtlich geringere Verbreitung der älteren neuzeitlichen Eruptivmassen für wahrscheinlich halten. Trotzdem hält die Ausdehnung und Mächtigkeit der jüngsten tertiären Vulkanprodukte nirgends einem Vergleiche mit den älteren (miocaenen und eocaenen) Stand.

Die pleistocaene oder quartäre Eiszeit selbst ist die Periode ausgesprochensten Rückganges der Eruptivtätigkeit gegenüber dem Tertiär und stimmt in dieser Hinsicht mit der palaeozoischen Kälteperiode überein.

Zwei verschiedene Beobachtungsreihen, das Fehlen eruptiven Materials in Ablagerungen der Gletscher (den Moränen und Sanden), andererseits die landschaftlichen Formen der jüngeren Vulkanberge, führen zu demselben Schlusse. Der bezeichnende Typus eines während der Eiszeit tätigen und gleichzeitig durch starke Schneeschmelzen erniedrigten und abgetragenen Vulkanberges ist außerordentlich selten. Die zahlreichen, geologisch jungen, aber nicht mehr tätigen Vulkane von bedeutender Höhe zeigen ganz vorwiegend steile Neigungswinkel und sind somit erst nach der Eiszeit gebildet.

Das Verschwinden der Eiszeit und die Wiedererwärmung des irdischen Klimas entspricht somit in der Gegenwart einer Periode des Wiedererwachens der eruptiven Tätigkeit.

Als wichtige Ergebnisse des Vorangehenden lassen sich die folgenden Sätze feststellen:

1. In der Vorzeit der Erde herrschte vorwiegend ein wärmeres Klima als in der Gegenwart und zwar als Folge des etwas höheren Gehalts der Atmosphäre an Kohlensäure.

2. Die Sonnenwärme, welche besser auf der Erde zurückgehalten wurde, kam vornehmlich den gemäßigten Klimagürteln und den zur Zeit vereisten Polargegenden zu gute; doch herrschten im Äquatorialgebiet deswegen keine höheren Hitzegrade als jetzt.

3. Durch die Tätigkeit der Pflanzen und der Meerestiere, sowie durch chemische Vorgänge wird Kohlensäure im Überschuss verbraucht. Den Ersatz liefern die kohlensauren Quellen vulkanischen Ursprungs und Gas-Enhalationen. Infolgedessen ist die Vulkantätigkeit indirekt der Lieferant für die Wärme der Erdoberfläche.

4. Die Perioden heftiger vulkanischer Tätigkeit entsprechen einer Ausbreitung gleichmäßiger Wärme auf der Erde (d. h. einem Verschwinden der Klimazonen). Dem Nachlassen der Eruptionstätigkeit folgt die Ausbildung von Klimagürteln und ausnahmsweise auch eine Eiszeit: Zweimal, zuerst am Schluß des Altertums der Erdgeschichte und dann noch einmal kurz in der geologischen Gegenwart sind polare Eismassen bis in wärmere Breiten vorgedrungen.

Kleine Mitteilungen.

Unsere Beilage: Der wellenartige Nebel im „Schwan". Sir J. Herschel und Lord Rosse haben diesen Nebel (N. G. C. 6992), dessen Rektaszension $20^h\ 52^m\ 14^s$ und Dekl. $+\ 31^0\ 18',8$ beträgt, bereits beobachtet, aber erst die Photographie enthüllt uns die zarten Feinheiten dieses wellenartigen von Süd nach Nord fast $1^0,4$ langgestreckten Nebelgebildes. Die Aufnahme auf der linken Seite der Beilage möge als Illustrationsprobe aus dem prachtvollen Werke von Dr. Isaac Roberts, *„Photograph's of stars, starclusters and nebulae"* Vol. II, dienen. Es entspricht 1 Min der Photographie = 30 Bogensekunden. Die umliegenden Sterne sind 7. bis 15. Größe. Die Aufnahme ist mit dem 20zölligen Reflektor am 4. November 1896 bei 2 Stunden und 55 Minuten Expositionszeit gemacht worden. Gleichzeitig geben wir eine Aufnahme von G. H. Ritchey wieder, die mit dem $23^1/_2$ zölligen Reflektor der Yerkessternwarte bei 3 stündiger Exposition photographiert ist. Man sieht, daß der Untergrund hier viel Nebenlicht zeigt, da dieser Spiegel offen nur an einem Skelettubus montiert ist. F. S. Archenhold.

* * *

Die schon länger geplante Expedition amerikanischer Astronomen zur spektroskopischen Untersuchung der Sterne an der südlichen Hemisphäre begab sich am Sonnabend, den 7. März d. J. nach Santiago, Chile. Ihr Leiter ist Prof. W. H. Wright vom Lick-Observatorium, Kalifornien. Die Expedition führt den berühmten „Mill Spectograph" — ein Geschenk des bekannten New-Yorker Millionärs D. O. Mill — mit sich. Es ist ein zweijähriger Aufenthalt der Expedition in Santiago für die Forschungen festgesetzt. Malwine Lampadius.

Bücherschau.

C. Fabre: „Aide-Mémoire de photographie pour 1903". Libraire Gauthier-Villars, Paris, Quai des Grands-Augustins 55. Brochiert: 1 fr. 75 c., kartonniert: 2 fr. 25 c.

Der 28. Jahrgang dieses Kalenders enthält eine möglichst vollständige Liste der photographischen Gesellschaften, Journale und Werke, die im Jahre 1902 gegründet bezw. erschienen sind, er bringt ferner eine Reihe beachtenswerter Rezepte etc., deren Kenntnis sowohl für den Berufs- wie auch Amateur-Photographen vorteilhaft ist.

* * *

Hermann Neubürger: „Der Korrektor", Dritte gänzlich umgearbeitete Auflage. Verlagsbuchhandlung von Paul Baumann, Dessau.

In dieser Schrift findet sich alles Wissenswerte für den berufsmäßigen Korrektor, aber auch für die Mitarbeiter von Zeitschriften. Mancher Neuling macht sich bei der Korrektur des ersten Abdruckes seiner Manuskripte unnötige Mühe. In dem Buche ist die bequemste und übliche Art des Korrekturlesens auseinandergesetzt.

* * *

K. Schwier: Deutscher Photographen-Kalender, Taschenbuch und Almanach für 1903. 22. Jahrgang. Verlag der Deutschen Photographen-Zeitung, Weimar. II. Teil. Preis 2 Mk.

Der II. Teil des beliebten Kalenders ist erschienen und liegt uns, mit zwei vorzüglich ausgeführten Kunstbeilagen ausgestattet, vor.

Der Kalender bringt ein Verzeichnis photographischer Vereine in Deutschland und den übrigen Ländern Europas, ferner in Amerika, Afrika, Asien und Australien, unterrichtet über die Bedingungen,

unter welchen Mitgliedschaft der betreffenden Vereine zu erwerben ist, über die Vorstände, die Vereinsorgane, Sitzungen, Mitgliederlisten etc., so daß hier ein Material in seltener Vollständigkeit zusammengefaßt und übersichtlich geordnet vorliegt. Willkommen dürften zu der bevorstehenden Reisezeit, in welcher die Amateure ganz besonders eifrig Aufnahmen machen, die Liste der Dunkelkammern für reisende Photographen und Amateure sein, die der Kalender bietet. Das Bezugsquellen- und Firmenregister, das Städteregister, die Liste der Lehranstalten und photographischen Fachzeitschriften geben über Fragen in dieser Richtung genaue und erschöpfende Auskunft.

F. S. Archenhold.

* * *

Dr. Alfred Jeremias, Im Kampfe um Babel und Bibel, ein Wort zur Verständigung und Abwehr. Leipzig, Hinrichssche Buchhandlung, 1903.

Vorliegendes Schriftchen des Pfarrers an der Lutherkirche zu Leipzig ragt in der umfangreichen Literatur, welche nach den Delitzschschen Vorträgen gleich Pilzen hervorgeschossen ist, durch die Sachlichkeit und Objektivität, deren sich der Autor befleißigt, hervor. Besonderen Wert legt Dr. Jeremias auf die immer weitere gründliche Erforschung der Keilschriften, die aus dem alten Babylon zu Tage gefördert werden, und macht mit Recht einigen theologischen Kritikern der Delitzschschen Vorträge den Vorwurf, daß sie sich auf das Gebiet der Keilschriftforschung begeben haben und Fragen diskutieren, die nur auf Grund selbständiger Kenntnis des babylonischen Altertums behandelt werden können. Dr. Jeremias erörtert in fesselnder Weise die Stellung der Babylonier zum Monotheismus und berichtet, daß man bei dem ganzen vorderen Orient der Anschauung begegnet, daß die Gestirne der Kommentar göttlicher Gedanken sind. So begegnet man vielfach in den Erzvätergeschichten Israels Zügen, die der Sternenwelt entnommen sind. Das Volk hat heute noch eine Erinnerung daran, indem es die Gürtelsterne des Orion „Jakobsstab" nennt. Eine ähnliche Beziehung weist der altchristliche Kalender auf, der den Thomas auf die Wintersonnenwende, den 21. Dezember, setzt, weil er zuletzt gläubig wurde, und den Täufer Johannes auf die Tag- und Nachtgleiche, den 24. Juni, weil er sagt: „Er muß wachsen, ich aber muß abnehmen".

Über die Frage, warum die Babylonier den 7. Tag feierten, verbreitet sich der Autor auch und kommt zu dem Schlusse, daß er vermutlich ein „böser Tag" war, der jedoch durch Beobachtung ritueller Vorschriften zum Segenstag werden kann. Ganz besonders eingehend wird die Schrift Ed. Königs in Bonn „Bibel und Babel, Eine kulturgeschichtliche Skizze", von Jeremias kritisiert, dem er mangelhafte Vorkenntnis auf astronomischem Gebiet vorwirft. So bekämpft er z. B. die Behauptung Königs, daß der Gebrauch der Zahl 12 in Babylon durch Beobachtung der 12 Tierkreiszeichen begünstigt wurde, eher sei das Umgekehrte der Fall. Dr. Jeremias behandelt weiter die babylonischen Kalender, die Frage der 5 oder 7tägigen Woche, den Frühlings- und Herbstbeginn, sowie schließlich die babylonisch-assyrische Kunst und kommt zu andern Resultaten. Aus dem empfehlenswerten Büchlein spricht das ehrliche Streben des Verfassers, in dem entfesselten Streit ganz objektiv zu urteilen.

Fragekasten.

Justizrat K. schreibt: In dem Artikel „Warum machten die Babylonier den Saturnstag, Sonnabend, zum Ruhetag?" ist die Grundlage für die Reihenfolge der Tage nach der Bedeutung und sodann nach der Geschwindigkeit im Umlauf der einzelnen Sterne gefunden. Wenn jedoch diese Reihenfolge einmal gegeben ist, lag es dann nicht näher, den letzten Tag als Ruhetag zu wählen, als eine astronomische Ursache hierfür anzunehmen. Auch würde dies mit der jüdischen Schöpfungsgeschichte völlig übereinstimmen.

Antwort: Der Umstand, daß der Saturnstag der letzte Tag der Woche war, dürfte kaum zu seiner Wahl als Ruhetag ausschlaggebend gewesen sein, da man den Beginn eines Jahres, den Beginn eines Monats feiert, somit hätte man folgerichtig auch den Beginn einer Woche, nicht aber das Ende derselben feiern müssen. Die Idee, in der biblischen Schöpfungsgeschichte einen Ruhetag anzuführen, dürfte vielmehr erst dadurch entstanden sein, daß man beobachtete, daß innerhalb 24 Stunden der Saturn sich nicht bewegte, und daraus schloß, daß die Gottheit ruhte. Man folgerte weiter, wenn die Gottheit ruhte, so müsse man an diesem Tage ebenfalls ruhen und feiern.

Für die Schriftleitung verantwortlich: F. S. Archenhold, Treptow-Berlin; für den Inseratenteil: C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin W.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.



Feldmarschall Graf v. Moltkes Fernglas aus dem Kriege 1870-71.

Eine Studie von Exc. von Menzel.

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte.

3. Jahrgang. Heft 18 und 19. — 1903 Juni 15. und Juli 1.

Verlag von C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin.

Diese Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. — Abonnementspreis vierteljährlich Mark 2.— (Ausland Mark 2.50), einzelne Nummer 50 Pfg. franko durch den Verlag, Berlin W. 35, Schöneberger Ufer 43, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungspreisliste 8344).

INHALT.

Auf den Frühlingspfaden unseres Kalenders.

Von Max Jacobi.

Mit Recht preisen wir als eine der bedeutungsvollsten Taten des Jahrhunderts der Reformation die Verbesserung des Kalendersystems; denn unheilvolle Verwirrung auf politischem und sozialem Gebiete mußte die Folge sein von ungesetzmäßigen Schwankungen des apriorischen Machtbegriffs der Zeit. Und gleichwie alle epochemachenden Geistestaten nicht das Werk eines Mannes sind, sondern als Produkt geistiger Regsamkeit vieler Generationen von der bildnerischen Hand des Genies geformt und gekrönt werden, so hat es der Geistesarbeit mehrerer Jahrhunderte bedurft, um die allseitig herbeigesehnte Kalenderverbesserung in Praxis umzusetzen*).

Der julianische Kalender, welcher die Grundlage der Zeitrechnung bei allen christlichen Völkern bildete, ließ auf 3 Jahre zu 365 Tagen ein viertes mit 366 Tagen folgen, und zwar ward dann der Tag vor dem 24. Februar zum *„dies bissextus"*, d. h. zum Schalttag gemacht. Seit der Benutzung des julianischen Kalenders — derselbe ward im Jahre 46 v. Chr. von dem aegyptischen Hofastrologen Cäsars, Sosigenes, eingeführt — ergab sich eine rasch steigende Differenz zwischen den Angaben der bürgerlichen Zeitrechnung und den aus astronomischen

*) Man entnehme nähere Literaturangaben unserem kleinen Traktat: „Aus der Sturm- und Drangperiode unseres Kalenders", in der „Zeitschrift für Naturwissenschaften" Bd. 75, 1902. Eine gute Übersicht gewähren die beiden Monographieen Ferd Kaltenbrunners, Wien 1876 („Zur Vorgeschichte") und Wien 1877 („Die Polemik"). Ausreichend informieren über den julianischen Kalender Rud. Wolfs „Geschichte der Astronomie" 1877 und S. Günthers „Geschichte des mathematischen Unterrichts im Mittelalter." Berlin 1887.

Beobachtungen zu entnehmenden wahren Zeiten, weil das julianische Jahr um $^{1}/_{129}$ d zu groß war. Dies mußte besonders unangenehm auf die Fixierung der christlichen Festtage, speziell des Osterfestes wirken, das nach einem Beschlusse des Konzils von Nicäa (325 n. Chr.) stets am Sonntag nach dem ersten Vollmonde beginnen sollte, welcher dem Lenzaequinoktial folgt. Schon den mittelalterlichen Abhandlungen über die Osterberechnung, die in zahlloser Menge die Handschriftenbibliotheken füllen, ist zu entnehmen, daß man jene Differenz zwischen wahrer und bürgerlicher Zeit bald als recht störend empfand. Einzelne befähigtere Geister, wie der berühmte Presbyter von Girvey in Northumberland, Beda Venerabilis*) und Roger Bacon versuchten ohne rechten Erfolg, die Kalenderfrage durch Reformvorschläge in Fluß zu bringen. In zweckmäßiger Art geschah dies erst von Pierre d'Ailly (Petrus de Alliaco, 1350 bis 1425), dem Kanzler der Pariser Universität und Kardinal von Cambray, der in seinem Werke über die Kalenderrechnung (1411) ein eigenes Kapitel der *„correctio calendarii“* widmete und seinen Reformplan auch der Konstanzer Kirchenversammlung im Jahre 1414 vortrug**). Alle 134 Jahre oder zweimal in 304 Jahren sollte ein Schalttag eingefügt werden. Der gelehrte Kanzler hatte mit seiner Reformidee kein rechtes Glück. Zwar nahm Papst Johann XXIII. ein Exemplar seines Werkes huldvoll entgegen, aber schon die kirchenpolitischen Wirrungen jener Periode ließen die Pläne des Alliacus bald in Vergessenheit geraten.

Dann vertrat der weise Kardinal Nicolaus von Cusa***) — wohlbekannt als Vorläufer unseres Nicolaus Coppernicus — auf dem Basler Konzil 1436 eine andere Reformidee des siechen Kalendersystems, indem er vorschlug, zum Ausgleiche auf den 24. Mai 1439 — den Pfingstsonntag — gleich den 1. Juni als Pfingstmontag folgen zu lassen und daneben jedem 304. Jahre den Schalttag zu nehmen. Dieser Vorschlag Cusas — der bereits 1437 in einem besonderen Traktate *„de reparatione Calendaris“* vorlag — ward von Papst Sixtus IV. gebilligt und das Genie eines Regiomontanus†) zur praktischen Ausführung desselben nach Rom berufen. Da raffte ein plötzlicher Tod den berühmten Mathematiker hinweg — und es „blieb halt alles beim Alten“. Doch führten diese Versuche zu dem erfreulichen Resultate, daß die maßgebenden Kreise immer schärfer jene bodenlose Verwirrung erkannten, welche der Zeitfehler des julianischen Kalenders im Wandel der Jahrhunderte angerichtet hatte. So wurde die Reformierung des geltenden Kalendersystems rasch zu einer brennenden Frage, die alle Konzilien beschäftigte. Auch das lateranische Konzil, daß sich

---

*) Über die kulturhistorische Bedeutung von Beda Venerabilis (672 bis 735) informiere man sich aus Eickens „Mittelalterliche Weltanschauung“, Stuttgart 1887. Für unsere Zwecke vergleiche auch Mor. Cantors „Vorlesungen über Geschichte der Mathematik“ I² und S. Günther l. c. Eine recht brauchbare Biographie veröffentlichte K. Werner, Wien 1875.

**) Nach Houzeau-Lancasters *„Bibliogr. de l'astron. I“* befindet sich ein diesbezügliches Manuskript des Alliacus im British Museum.

***) Über Nicolaus von Cusa in seiner Bedeutung für die physikalischen Wissenschaften informiere man sich aus der Monographie Mor. Cantors in „Nord und Süd“, Band 59; ferner aus S. Günthers „Studien“, Halle 1877. Daneben benutze man die Litteraturangaben in Willmans „Geschichte des Idealismus“, Band III. Auch sei der Hinweis gestattet auf den Traktat des Verfassers in der „Altpr. Mon.“, Band 39.

†) Regiomontan als Physiker schildert kurz und verständlich S. Günther in der „Allg. d. Biographie“, Band XXII.

unter der Ägide des kunstsinnigen Papstes Julius II. 1511 zu Rom versammelte, befaßte sich mit der Kalenderfrage, kam allerdings nicht über „*Commentarien*" zur Reformidee des Alliacus hinaus. Paul von Middelburg*), der Referent für Kalenderwesen, hielt damals einen sehr gründlichen Vortrag über die Unbrauchbarkeit des von Ailly vorgeschlagenen arabischen Mondzyklus von 30 Jahren, den die hohe Versammlung beifällig aufnahm — und sodann in den Akten begrub. Man glaubte, ein übriges zu tun, indem man eine eigene Kalender-Kommission wählte, die sich selbst an Nicolaus Coppernicus um Rat und Beistand wandte. Während der weise Frauenburger in der Kalenderfrage mit seiner eigenen Meinung zurückhielt, schlug der gleichfalls um Rat angegangene Mathemetiker Johannes Stoeffler**) in seinem „*Calendarium magnum romanum*" (Oppenh. 1518) vor, den Plan Aillys als Grundlage zu verwerten und besonders nach dessem Vorschlage das Frühlingsäquinoktial endgültig auf den 10. und 11. März festzusetzen. Dann kam der deutsche Rechenmeister Michael Stiefel, der in seiner „Deutschen Arithmetica" (1545) einen Zyklus von 80 Jahren vorschlug, da er das julianische Jahr um $^{1}/_{80}$ d zu lang hielt. Und doch sollten noch Jahrzehnte vergehen, ehe man das richtige Elixier gefunden hatte. Und der weise Adept, der dieses Getränk ersann, war ein simpler Arzt aus Ciro in Calabrien, Aloisio (Luigi) Lilio. — Lilios Leben und Wirken ist von Dunkel umhüllt***); er tritt erst kurz vor seinem Tode (1576 zu Rom) in das blendende Licht der Kulturgeschichte — und zwar durch einen kleinen Traktat, dem bald in alle Kultursprachen übersetzten „*Compendium novae rationis restituendi Calendarium*" (Romae 1577 in 40).

Aloisio Lilio widmete seine epochemachende Arbeit dem damals regierenden Papste Gregor XIII. aus dem altrömischen Patrizierhause der Buoncompagni (ein Vorfahr der Malcensunserer Wissenschaft), der lange Zeit einen juristischen Lehrstuhl auf der Universität zu Bologna bekleidet hatte.

Lilio ist der Schöpfer des Epaktenzyklus, der mit einem Schlage jene unendlich mühsamen Osterrechnungen des Mittelalters beseitigte. Die Epakte eines Jahres war für unseren scharfsinnigen Kalabreser die Zahl jener Tage, welche man dem letzten Neumonde noch zulegen muß, um den Anfang des neuen Jahres zu erreichen. Dann reduzierte Lilio den Bruch des julianischen

*) Paul von Middelburg (1445 bis 1534) — dessen holländischer Geburtsort aus der Geschichte des Fernrohrs bekannt ist — war Professor der Mathematik zu Padua, seit 1594 auch Bischof von Fossombrone. Julius Scaliger bezeichnet ihn als einen der scharfsinnigsten Mathematiker seiner Zeit. Sein uns hier interessierendes Werk „*Paulina sive de recta Paschae Cebratione*" (Fossombrone 1513) gibt in 33 Büchern ein erschöpfendes Bild aller bekannten Kalenderrechnungen. Man vergleiche u. a. C. J. Vossius: „*De scientiis mathem*". (1660). pag. 229. Zedlers „Universal-Lexikon". Band 25 und 26; die „*Nouvelle Biographie Générale*", Band 35 (1861).

**) Johannes Stoeffler von Vustingen (1452 bis 1531) hat im Stillen segensreich gewirkt und sich besonders als Lehrer Philipp Melanchthons einen ehrenwerten Namen verschafft. Näheres über ihn in der „Allgemeinen deutschen Biographie", Band 36 (1893), von R. Hartfelder; R. Wolf: „Geschichte der Astronomie", Müncheu, 1877.

***) Aloisio (Luigi) Lilio hat sich einer nur halbwegs ausreichenden Biographie noch nicht zu erfreuen gehabt. Einzelheiten ersehe man u. a aus: Tiraboschi: „*storia della lett. ital.*". Tom. VII. P. II. Em. Nardi: „Carminum specimen". Giov. Batt. Vermiglioli: „*Biografia degli scrittori perugini*", Perugia 1819. F. Salti: „*Biografia degli uomini illustri.*" Luigi Accatatis: „*Le biografie degli uomini illustri delle Calabrie*", Cosenza 1870. Signorelli: *Coltura delle due Sicilie*" u. s. w. Wir behalten uns vor, an anderem Orte ausführlicher auf Luigi Lillo zurückzukommen. Nebenher sei noch bemerkt, daß der Schöpfer unseres Kalendersystems die Universität Perugia besucht hat.

Kalenders = $^1/_4$ auf $^1/_4 - ^3/_{400}$ = 0,24 250 und erhielt so eine mittlere Jahreslänge von 365,24 250, welche um die jetzt allgemein angenommene nur um $^3/_{10000}$ abweicht. Und nun benutzt der gelehrte Arzt zur Verbesserung seiner Epakte einen scharfsinnig erdachten 33 jährigen Zyklus, den wir zuerst beim Perser Omarben Ibrahim Alkhayyami (Omar Cheian)*) um 1079 nachweisen können. Die Regelung der Schaltfrage ward von Lilio dahin erledigt, daß er jedem 4. Jahre einen Schalttag zusprach, ihn aber im ersten Jahre eines neuen Säkulums nur zuließ, wenn die Jahreszahl durch 400 ohne Rest teilbar war. Auf diese Weise sind 1200, 1600, 2000 Schaltjahre, dagegen nicht 1400, 1800, 1900. Für die vorsichtig abwägende Gesinnungsart unseres Kalabresers ist es recht bezeichnend, daß er bei der Herstellung seines Epaktenzyklus nicht die neuen unter der Ägide des großen Coppernicus berechneten Prutenischen Tafeln für Planetenörter benutzte, sondern diejenigen des spanischen Königs Alfons el Sabio — welche eine Sammelarbeit jüdischer und arabischer Gelehrter vielleicht unter dem Vorsitze des Isaac b. Said aus Toledo**) sind und Mittelwerte in gewissen Fehlerquellen angeben***).

Aloisio Lilio war kurz vor der päpstlichen Bewilligung seiner epochalen Reformvorschläge gestorben; für ihn trat sein Bruder Antonio in die Schranken. Das Projekt wurde zuerst von 3 Klerikern eingehend geprüft, dem Dominikaner Pietro Ciaconio, dem Bischof Vincenzo Laureo von Mondovi und dem Ignazio Danti aus dem altpatrizischen Geschlechte der Giambattista Danti. Nachdem die hohe Kommission Lilios Plan vorläufig gutgeheißen hatte, ward die Universität Wien mit dem entscheidenden Gutachten beauftragt. Letztere sprach sich gleichfalls in einem Schreiben vom 20. Juli 1578 recht anerkennend über Lilios Traktat aus und zwar vornehmlich auf die warme Befürwortung des Mathematikers Fabricius†) hin. So erließ denn Papst Gregor XIII. am 24. Februar 1582 die berühmte Bulle *„inter gravissimas“*, welche Lilios Vorschläge als Richtschnur des Kalenders der Christenheit bestimmte und gleichzeitig die Tage vom 5. bis 15. Oktober 1582 zum Ausgleiche ausfallen ließ. Und kaum war das Eis gebrochen, kaum war die tötliche Erstarrung von dieser so wichtigen Lebensfrage genommen, da brausten auch schon wütende Lenzstürme ins Land und bedrohten die ersten zarten Blütenkeime mit rascher Vernichtung.

Sehr mißlich war es für die allgemeine Billigung des Lilioschen Kalenders, daß als dessen wärmster Befürworter jener Kirchenfürst auftrat, dessen Ehrenschild in der schmachvollen Bartholomäusnacht unauslöschlich befleckt worden war. Das gab ein heilloses Geschrei „wider den Antichrist zu Rom und seine teuflischen Pläne“ in den protestantischen Ländern. Mit wahrer Berserkerwut verfolgten

*) Vergleiche u. a. H. Suter: „Die Mathematiker und Astronomen der Araber“. Leipzig 1900.

**) Man vergleiche hier H. Graetz: „Geschichte der Juden“, Band 7, 1862, Note 6 — aber nur mit vorsichtiger Benutzung, da Graetz auf Unparteilichkeit keinen Anspruch machen darf.

***) Erwähnt sei aber, daß der gregorianische Kalender den synodischen Mondmonat nach den prutenischen Tafeln annimmt zu $29^d\ 12^h\ 44^m\ 3^s$, was in 2500 Jahren eine Minusdifferenz von $10^h\ 30^m\ 36^s$ verursacht.

†) Man verwechsle den Wiener Mathematiker Fabricius nicht mit den beiden ostfriesischen Rivalen Galileis in der Sonnenbeobachtung; vergleiche u. a. Aschbach: „Geschichte der Universität zu Wien III“. Unser Fabricius mit Vornamen Paulus stammte aus Lauban in der Lausitz und war eigentlich Dr. med. König Ferdinand II. ernannte ihn zum Professor math. an der Wiener Universität.

die protestantischen Fürsten und Behörden alle einsichtsvollen Mathematiker, welche für den päpstlichen Kalender Propaganda machten, sogar die Universität zu Tübingen — wohlberüchtigt durch ihren beschränkten Fanatismus gegen Kepler — tat alles in Acht und Bann, was von der notwendigen Kalenderreform sprach. Eine Flut von Schmäh- und Verteidigungsschriften ergoß sich bald über alle Kulturländer, und es gewährt auch einen interessanten Einblick in die kulturellen Verhältnisse der damaligen Epoche, heute in den vergilbten Überresten dieser Pamphlete zu blättern*).

Recht energisch trat für Lilio und den Papst der gelehrte Jesuit Christoph Clavius**) ein, welcher in einem dicken Folianten der *„Romani Calendarii Explicatio“* (Romae 1603) den gregorianischen Kalender genau erklärt und dabei Aloysius Lilius als einen der Unsterblichkeit geweihten Mann überschwenglich feiert. Auf der andern Seite standen Männer wie Maestlin, der Lehrer Keplers, u. a., die sich ihres religiösen Starrsinns wegen schämen mochten und daher gegen die Einführung des gregorianischen Kalenders eintraten mit der seltsamen Begründung, „daß man den alten doch schon so lange habe benutzen können“. Tycho Brahe trat lebhaft für den gregorianischen Kalender ein und bedauerte wiederholt in Briefen die Hereinzerrung politisch-religiöser Streitfragen in rein wissenschaftliche Untersuchungen. Auch Kepler vertrat die Berechtigung der päpstlichen Kalenderreform in einem eigenen *„Dialogus de Calend. Gregor.“*, konnte jedoch bei den ihm selbst übelgesinnten Fanatikern nichts ausrichten. Wie scharf diese Gegensätze zutage traten, mag man aus folgendem Einzelfalle ersehen. Für den katholischen Teil Deutschlands war auf Befehl Kaiser Rudolfs II. der päpstliche Kalender bereits 1584 obligatorisch gemacht. Nun wurden damit auch die lutherischen Geistlichen Steiermarks gezwungen, auf der Kanzel den Gregorianischen Kalender zu benutzen. Das regte ihren Vorgesetzten, den Superintendenten Bartolomäus Rosinus von Regensburg, derart auf, daß er in einem Ukas vom Jahre 1586 jede weitere Ordination von der feierlichen Abschwörung jenes teuflischen Mischwerkes, des gregorianischen Kalenders, abhängig machte. Und so wogte der Streit über ein Jahrhundert hin und her, nicht zum Nutzen des Reiches und der Untertanen. Erst dem energischen Eintreten Erhard Weigels***), des berühmten Professors der Mathematik und Mechanikers zu Jena, und seines größeren Schülers Gottfried Leibnitz gelang es, eine Einigung beider strittigen Parteien herbeizuführen. Am 23. September 1699 kam es zu einem Reichshauptbeschlusse, welcher den gregorianischen Kalender für das ganze Reich obliga-

*) Man vergl. hier G. S. Ferrari: *„la riforma gregoriana“* (Roma 1883), G. Schubring: „Zur Erinnerung . . .“ (Halle 1883) und die Rezension hierzu in der „Z. f. Math. u. Phys.“ (von M. Cantor).

**) Christoph Clavius (latin. aus „Schlüssel“) aus Bamberg (1537/1612), ein gelehrter Jesuit, dem besonders die astronomische Instrumentenkunde zu Dank verpflichtet ist. Wahrscheinlich aus äußeren Gründen war Cl. ein eifriger Gegner des coppernikanischen Weltsystems, der sich jedoch von jeder rüden Polemik fernzuhalten wußte. Das unter dem Namen „Nonius“ bekannte Feinmessungs-Instrument stammt vielleicht von ihm. Näheres u. a. in Ersch und Grubers „Allg. Encyklopädie“, Sekt. I, Bd. 17 u. 18 (Baur); Delambre: *Hist. de l'astron. mod. II* (mit Vorsicht zu benutzen!) und R. Wolf: „Handbuch der Astron.“ etc., Zürich 1890.

***) Erhard Weigel (1625/1699) erregte durch die Anfertigung äußerst geschickt konstruierter Automaten allgemeines Aufsehen. Auch hat ihn die Geschichte der Pädagogik mit Stolz zu nennen. Literatur über ihn: Edm. Spieß, Lpzg. 1881; Dr. Bartholomaei in: „Z. f. Math. u. Phys.“, 13; Zedlers „Universal-Lexikon“, Bd. 13.

torisch machte. So ließen die protestantischen Staaten die Tage vom 9. bis 20. Februar 1700 ausfallen und benutzten in Zukunft den gregorianischen Kalender. Auch die außerdeutschen protestantischen Staaten ließen nun mit der Annahme nicht lange auf sich warten: Die meisten Kantone der Schweiz acceptierten den päpstlichen Kalender bereits 1701, Dänemark 1710 — vornehmlich auf die Befürwortung des berühmten Astronomen Olaus Roemer, des Entdeckers der Geschwindigkeit des Lichtes — und England 1752. In letzterem Staate wurde gleichzeitig der Jahreswechsel offiziell auf den 1. Januar festgesetzt — was bis dahin nicht der Fall gewesen war. Diese Einführungen gingen keineswegs überall friedlich vor sich; das gemeine Volk dachte oft, man wollte sie um das kostbare Kleinod unserer Anschauung, die Zeit, betrügen, und es kam zu blutigen Aufständen, die mit Mühe unterdrückt wurden.

Die Frühlingspfade unseres Kalenders waren nicht mit Rosen besät. Doch hat er allen Stürmen und Anfechtungen gegenüber seine durchdringende Kraft bewahrt, er ist uns in Fleisch und Blut übergegangen und zur Zeit selbst geworden. Über kurz oder lang wird auch die griechisch-katholische Christenheit ihre Vorurteile gegen den gregorianischen Kalender fallen lassen müssen und dann das Geistesprodukt des einfachen Arztes aus Ciro einen hohen Zweck im Interesse des Weltfriedens erfüllen. Es wird ein festes Band werden, das alle Kulturvölker umschlingt und sie über die Sonderinteressen des Tages und Lebens einigend emporführt zu den höchsten Zielen der strebenden Menschheit!



Neuere Untersuchungen über Gasnebel.

Nach einem Vortrage
von Professor K. Bohlin, Stockholm.

(Schluß.)

Eine abweichende Stellung wird von den Kometen und von den Nebeln eingenommen. Die ersteren bestehen — und darüber kann kein Zweifel mehr herrschen — wesentlich aus Kohlenwasserstoffen in gasförmigem Zustande. Einen ganz andern Spektralcharakter haben wieder die sogenannten Gasnebel, mit denen wir uns hier zu beschäftigen haben. Hierher gehören einerseits eine große Klasse von Nebeln von abgerundeter und regelmäßiger Form, die sogenannten planetarischen Nebel, anderseits auch gewisse ausgedehntere Nebel von unregelmäßiger Gestalt, welche mit einem matten Lichte leuchten.

Beide Arten von Nebel kommen hauptsächlich in der Region der Milchstraße vor.

Das Spektrum dieser Nebel ist hauptsächlich durch vier helle Linien charakterisiert, deren Wellenlängen in Mikrons ausgedrückt folgende Werte haben: 0.5004, 0.4957, 0.4861, 0.4341. Zuweilen ist die letzte dieser Linien nicht sichtbar. In andern Fällen wieder treten mehrere Linien auf, jedoch nie eine sehr große Anzahl.

Die ersten Untersuchungen in Bezug auf Gasnebel stammen von dem englischen Astrophysiker William Huggins, der schon 1868 seine diesbezüglichen Untersuchungen, speziell betreffend den Orionnebel, beschrieben hat. Er

fand im Spektrum dieses Nebels drei helle Linien, von welchen die erste und hellste im grünen Teile des Spektrums mit einer der Stickstofflinien nahezu koinzidiert. Doch ist die Stickstofflinie doppelt, während in der Nebellinie eine Duplizität nicht vorhanden ist. Die dritte Nebellinie stimmt genau mit einer der Wasserstofflinien im blauen Teile des Spektrums und mit der Frauenhoferschen Linie F überein. Diese Linie war im Nebelspektrum etwas diffus, woraus Huggins schließt, daß der Wasserstoff im Nebel in größerer Verdichtung existiert, als im Vakuumrohre, das vollkommen scharfe Linien zeigt. Die mittlere Linie — welche einerseits mit einer Bariumlinie und anderseits mit einer Sauerstofflinie — beinahe koinzidiert, konnte auf einen bekannten Stoff nicht zurückgeführt werden. Huggins zieht aus diesen seinen ersten Wahrnehmungen den Schluß (Phil. Transactions 1868), daß die Gasnebel hauptsächlich aus Wasserstoff und Stickstoff bestehen.

Nach Huggins sind die Gasnebel von H. C. Vogel eingehender studiert worden. Seine Beobachtungen wurden auf der Sternwarte in Bothkamp ausgeführt und sind im Jahre 1871 (Astron. Nachrichten No. 1864) veröffentlicht worden. In Bezug auf den Orionnebel kam Vogel zum gleichen Resultate wie Huggins, nämlich die drei hellen Linien mit den Wellenlängen 0.5005, 0.4960 und 0.4862. Er untersuchte ferner die folgenden planetarischen Nebel: Nr. 4234 des Herschelschen Generalkataloges zeigte drei helle Linien und ein kontinuierliches Spektrum zwischen 0,570 und 0,480 Mikrons. Nr. 4373 des Generalkatologes zeigte die gewöhnlichen hellen Linien, sowie ein kontinuierliches Spektrum zwischen 0,530 und 0,450, außerdem noch Spuren von vier andern hellen Linien. Nr. 4390 des Generalkataloges enthielt dieselben hellen Linien, wie im Orionnebel, ein kontinuierliches Spektrum von 0,600 bis 0,470 und außerdem einige andere helle Linien. Der Ringnebel in der Leier enthielt die drei gewöhnlichen Linien. Nr. 4628 des Generalkatalogs enthielt die drei hellen Linien und ein kontinuierliches Spektrum zwischen 0,600 und 0,470, daselbst war auch eine helle Linie sichtbar. Schließlich wurden die Nebel Nr. 4510, 4532, 4572 des Generalkatalogs untersucht und ergaben die drei gewöhnlichen hellen Linien ohne sichtbares kontinuierliches Spektrum.

Spätere Messungen von Huggins haben entschieden, daß die Hauptlinie der Nebel nicht mit der doppelten Stickstofflinie zusammenfällt, weil die Abweichungen in allen den untersuchten Objekten nach derselben Richtung lagen, und da es höchst unwahrscheinlich wäre, daß alle Nebel genau dieselbe Bewegung in der Gesichtslinie haben würden. Laut späteren Beobachtungen von Lieving und Dewar wurde angenommen, daß die fragliche Nebellinie einem Magnesiumoxyd zuzuschreiben sei, und andere Wahrnehmungen wieder schienen auf den Zusammenhang der Nebellinie mit einer Bleilinie zu deuten. Verfasser kann sich des Urhebers dieser Auffassung nicht erinnern.

Sehr genaue Messungen sind späterhin von Keeler ausgeführt und in den Annalen des Lick-Observatoriums für 1894 publiziert worden. Keeler hat eine weit größere Anzahl von Nebeln als seine Vorgänger untersucht und in der Regel deren Resultate in Bezug auf die drei Hauptlinien im Nebelspektrum bestätigt, wozu er in mehreren Fällen noch eine oder auch mehrere helle Linien beobachtet hat. Keeler hat auch die Bewegung der Nebel in der Gesichtslinie bestimmt und seine Messungen hierfür korrigiert. Diese Bewegung der Nebel ist von derselben Größenordnung, wie für die Fixsterne und die meisten der untersuchten Nebel scheinen sich dem Sonnensysteme zu nähern.

In sämtlichen untersuchten Objekten findet Keeler die Linien fein und markiert; die Linien des Vakuumrohres sind nicht feiner oder schärfer. Nur für den Kern des Nebels sind die Linien breit und verwaschen — ein Verhalten, das darauf hinweist, daß die planetarischen Nebel aus Gasen bestehen, welche in einem Zustande der Kondensierung begriffen sind, eine verhältnismäßig große Dichtigkeit besitzen und unter einem absehbaren Drucke sich befinden.

Ein merklicher Umstand ist, daß die erste der H-Linien des Wasserstoffs ($H\alpha$) bei den Nebeln fehlte, während diese Linie in der Geißlerschen Röhre die deutlichste aller Wasserstofflinien ist. Dieses sonderbare Verhalten, welches auch mehreren veränderlichen Sternen, wie *R* Andromedae, δ Cassiopejae und β Lyrae, eigentümlich ist, wird uns vielleicht einmal eine nähere Erklärung über die Natur dieser Objekte aufschließen.

Im ganzen deutet das Nebelspektrum nach Keelers Ansicht auf den Zustand einer hohen Temperatur, wie schwer es auch fällt, eine Erklärung dieses Faktums zu geben. Aber die Temperatur könnte vielleicht in der Hinsicht eine hohe sein, daß verhältnismäßig wenige Molekeln eine sehr große Geschwindigkeit und Bewegungs-Energie besitzen, während die Mehrzahl der Partikelchen sich in weniger energischen Oszillationen befinden, so daß die mittlere Temperatur eine tiefe sein könne. Das öfters beobachtete kontinuierliche Spektrum der Nebel deutet gewiß auch auf einen höheren Glühzustand der zentralen Teile der Nebel, wodurch aber nicht ausgeschlossen ist, daß die äußeren Teile in einem elektrisierten Zustande sich befinden und elektrisches Licht aussenden.

Lockyer ist der Ansicht, daß die Nebel sich in einer niedrigen Temperatur befinden. Er schreibt die z. B. in G. C. 4390 auftretende D_2-Linie einer Modifikation des Wasserstoffs zu, eine Ansicht, die indessen als noch ungenügend verbürgt bezeichnet werden darf.

Weder die eine noch die andere der beiden Nebellinien kann nach Keeler mit Stickstoff, Magnesium, Blei oder irgend einem andern bekannten Stoffe identifiziert werden. Auch ist es zweifelhaft, ob die zuweilen, z. B. im Orionnebel auftretende D_3-Linie wirklich dem Helium zuzuschreiben ist.

Da aber, wie zuerst Keeler bemerkt hat, die beiden ersten Nebellinien ein konstantes Intensitätsverhältnis für alle untersuchten Nebel haben, so liegt einige Wahrscheinlichkeit vor, daß dieselben von einem und demselben Stoffe, vielleicht einem Elemente von der Natur des Heliums, herrühren. Wahrscheinlich ist immerhin, daß diese rätselhaften Nebellinien einem Gase entstammen, das wie der Wasserstoff an und für sich eine sehr geringe Dichtigkeit hat.

Das Intensitätsverhältnis der erwähnten beiden Nebellinien und der dritten Nebellinie ist nämlich von Scheiner und Wilsing in Potsdam eingehender untersucht worden. Benutzt wurde dabei ein neues Modell eines Spektralphotometers, der eine sichere Vergleichung der Nebellinien mit künstlichen Linien ermöglicht. Die letzeren werden dabei aus dem kontinuierlichen Spektrum eines elektrischen Glühlichts ausgeschnitten. Die hierzu dienende Einrichtung enthält ein totalreflektierendes Prisma und einen beweglichen Schirm mit einem Spalt, worauf das Spektrum der Glühlampe projiziert wird. In dieser Weise haben die beiden Potsdamer Gelehrten neun verschiedene Nebel studiert, unter welchen sich auch der Orionnebel befindet, der in fünf verschiedenen Gegenden dieses Nebels untersucht wurde. Aus diesen Untersuchungen geht hervor, daß das Intensitätsverhältnis zwischen den beiden ersten Nebellinien (0,5047 und 4957) in allen Nebeln das gleiche ist, nämlich 2,49 oder in Größenklassen ausgedrückt 0,99.

Dagegen ist das Verhältnis der ersten und dritten Nebellinie höchst variabel und fällt zwischen 0,30 und 2,45 Größenklassen. An diese numerischen Werte sind jedoch gewisse noch nicht bekannt gemachte Faktoren zur Reduktion auf Normalintensitäten anzubringen. Aus diesen Untersuchungen, die diejenigen Keelers durchaus bestätigen, scheint hervorzugehen, daß die beiden ersten Linien des Nebelspektrums zu einer und derselben unbekannten Substanz gehören, während die dritte Linie von Wasserstoff herrührt, das in variablen Quantitäten vorkommt. Die absolute Lichtstärke der ersten Linie ist übrigens von einem Nebel zum andern beträchtlich verschieden.

Nachdem wir also die Lichtart der Gasnebel etwas näher kennen gelernt haben, ist es von größtem Interesse, hervorzuheben, daß die neuen Sterne, wenn sie nach dem Auflodern im Erlöschen sich befinden, ein Spektrum darbieten, das mit demjenigen der Nebel vollständig übereinstimmt, indem nämlich die vier oben erwähnten Linien und zuweilen auch mehrere der übrigen der für die Nebel charakteristischen Linien zum Vorschein kommen.

Schon der neue Stern im Schwan aus den Jahren 1876 bis 1878 wurde von H. C. Vogel in Bezug auf sein Spektrum eingehend untersucht. Es zeigte sich dabei, daß der Stern zuletzt monochromatisches Licht entsendete. Am 25. Oktober 1877 war dieser Stern 10. Größe, nur eine Spur vom kontinuierlichen Spektrum war zu sehen, dagegen sehr deutlich eine einzige helle Linie, die unzweifelhaft mit der ersten Nebellinie (0,5004) identisch war. Sogar am 18. Februar 1878, als Nova Cygni schwächer als 11. Größe war, konnte diese Linie wahrgenommen werden. Der nächst vorhergehende neue Stern aus dem Jahre 1866, Nova Coronae, wurde zwar nicht während seiner größten Veränderlichkeit beobachtet, aber es hat sich seitdem gezeigt, daß derselbe insofern von den übrigen neuen Sternen abweicht, als er noch als Stern 10. Größe sichtbar ist, ohne jedoch ein bemerkenswertes Spektrum zu zeigen.

Weit vollständigere Studien wurden vom neuen Stern in Auriga aus den Jahren 1891/92 ausgeführt. Uns interessiert in diesem Zusammenhange eigentlich die spätere Periode des Sterns im Herbste 1892. Espin beobachtete im September monochromatisches (einfarbiges) Licht, das der grünen Nebellinie (0,5004) entsprach. Andere Beobachter, wie Belopolsky, Copeland und Lohse sahen zwei der Nebellinien. Späterhin wurden auch die Linien *D* oder D_3 und *F* wahrgenommen. Vollständigere Spektren wurden auf photographischem Wege erhalten. So fand der ungarische Astronom Hérény das photographische Spektrum übereinstimmend mit demjenigen des Ringnebels in Lyra. Campbell auf der Lick-Sternwarte photographierte nicht weniger als 11 Linien, von welchen sich zwei als Wasserstofflinien und neun als Nebellinien erwiesen. Außer den beiden oben erwähnten nicht identifizierten Linien waren noch gewisse andere Wasserstofflinien und mehrere Heliumlinien sichtbar.

Lockyer glaubte das Vorhandensein von mehreren dieser Nebellinien während dem früheren Studium des Sternes konstatiert zu haben, und mehrere Linien wurden auch anderswo in der Nähe dieser Linien wahrgenommen. Seine Ansicht ist indessen von solchen Autoritäten wie Vogel und Huggins bestritten worden. Die fraglichen Linien, wie 0,5014 und 0,4921, scheinen nämlich im Gegenteil mit Linien der Chromosphäre und der Protuberanzen zusammen zu fallen.

Auch in Betreff des letzten wunderbaren Sterns im Perseus sind nunmehr ausführliche Beobachtungen bekannt gemacht, sowohl aus England von

Sidgreaves, Stonyhorst Observatory (Monthly Notices Dec. 1901) als aus Amerika von Campbell und Wright (Lick Observatory Bulletin No. 8). Beide stimmen darin überein, daß das Spektrum des Sterns in dessen letzterer Periode vom Herbste 1901 an in einen Charakter übergegangen ist, der dem Nebelspektrum ähnlich ist. Bemerkenswert ist, daß schon zu dieser Zeit breite Linien oder Bänder, die auf einen hohen Druck deuten, für das Spektrum des Sterns kennzeichnend waren. Die Wasserstofflinien sind im September nach Sidgreaves nicht mehr besonders hervortretend. Sie bestehen aus schwachen, gleichförmigen Bändern, die offenbar im Verschwinden begriffen sind, ohne daß die Breite abnimmt. Die beiden hier oben öfters erwähnten Linien (0,5004 und 0,4957) sind an Stelle der Heliumlinien (0,502 und 0,492), die verschwunden sind, hervorgetreten. Die blaue Heliumlinie ist verschwunden und statt deren hat eine andere Linie (0,471) an Intensität zugenommen, so daß dieselbe die hellste Linie im Spektrum ist.

Die amerikanischen Beobachtungen sind weit vollständiger als die englischen, erstrecken sich auch länger und umfassen eine größere Anzahl von Linien. Als die Beobachtungen im Juli und August wieder aufgenommen werden konnten, zeigte das Spektrum von Nova Persei eine große Anzahl heller Bänder von bedeutender Breite, von welchen Bändern 11 mit den Hauptbändern der Nova Aurigae vom Jahre 1891 zusammenfielen. Der Nebelcharakter des Spektrums ist vollkommen evident, indem sämtliche Hauptbänder bekannten Nebellinien entsprechen. Von diesen Bändern gehören mehrere dem Helium.

In Bezug hierauf ist die Aufmerksamkeit neulich auf ein bemerkenswertes Verhältnis gerichtet worden. Es ist nämlich durch Untersuchungen von Runge und Paschen (Astrophysical Journal Vol. III) bekannt, daß das Helium-Spektrum aus zwei Reihen von Linien besteht und daß die relative Intensität dieser Reihen mit dem Drucke, unter welchem das strahlende Gas sich befindet, variiert. Von diesen beiden Reihen ist es nur die Hochdruckreihe, die im neuen Stern vorkommt. Dagegen scheint es, als ob beide Reihen in der Mehrzahl der Nebel vorhanden wären, obwohl die relative Intensität derselben sehr schwankt. Dieses Verhältnis in Bezug auf die Heliumlinien, scheint zu beweisen, daß die Strahlung bei dem neuen Stern unter besonders niedrigem Drucke nicht stattgefunden hat. Dasselbe wird auch durch die unerhört breiten Bänder des Spektrums dieses Sternes angedeutet.

Nach dem Angeführten kann also die Analogie zwischen dem Spektrum des neuen Sterns in seinem letzten Stadium und demjenigen der Gasnebel nicht mehr bezweifelt werden. Es scheint außerdem daraus hervorzugehen, daß beim Erlöschen des Sterns die schweren Stoffe zuerst aufhören, Licht zu entsenden und daß die Strahlung am längsten andauert bei den leichteren Gasen, wie Wasserstoff und Helium. Es dürfte deshalb anzunehmen sein, daß der unbekannte Stoff, der die oben erwähnten noch nicht identifizierten Linien im Nebelspektrum hervorruft, einem leichten Gase gehört, das vielleicht eine Modifikation von Helium ist. Nach dem Angeführten hat es sich auch als unmöglich gezeigt, diese Linien auf irgend eine derjenigen Substanzen zurückzuführen, welche versuchsweise vorgeschlagen worden sind, wie Stickstoff, Magnesium oder Blei.



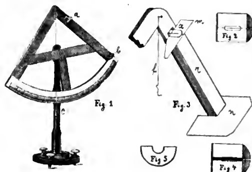
Aus dem Leserkreise.

Verbesserung am Ebleschen Quadranten zur Zeitbestimmung.

Von Hauptmann Aug. Krziz, Preßburg.

Denjenigen Besitzern eines „Astronomischen Zeitwerkes von M. Eble" (Ellwangen), die dessen Quadranten zur genauen Zeitermittlung mittels Beobachtung gleicher Höhen der Sonne benützen, teile ich folgende Verbesserungen am Instrumente mit, welche jedermann selbst vornehmen kann.

Das Lichtbildchen, das durch den Spalt des Spitzdiopters *a* in Fig. 1 auf den dünnen Strich des Runddiopters *b* fällt, ist ein ziemlich breites, und da nebstbei das ganze Runddiopter vom diffusen Sonnenlichte sehr hell beleuchtet erscheint, so sticht das nur unbedeutend hellere Spaltbild von der lichten Papierfläche nicht sehr deutlich ab, ja, wenn die Sonne nur leichte Cirrusstreifen bedecken, ist eine präzise Arbeit garnicht möglich. Das Spaltbild, das nur bei gänzlich klarer Luft sicher erkennbar ist, hat am Runddiopter *b* das Aussehen nach Fig. 2, ist mit seinen verwaschenen Rändern überhaupt nicht auf die Strichmarke zu fixieren und nur uusicher ist die Schätzung seiner Mitte auf die feine Linie (Strichmarke).



Ich habe mithin, hart an das Spitzdiopter *a* anschließend, eine aus der Fig. 3 ersichtliche Vorrichtung aus starkem Karton angebracht, welche selbstverständlich nicht bis an das Runddiopter *b* reichen darf, sondern 3 bis 4 cm vor demselben endet. Sie ist nichts anderes als eine Röhre *r* von rechteckigem Querschnitte, die längs des Schenkels von *a* gegen *b* läuft, an deren beiden Enden je eine Blende sich befindet, *m* und *n*, welche einerseits kein Licht in die Röhre außer durch den Spalt bei *a* eindringen läßt, andererseits das Diopter *b* vollkommen beschattet.

Infolge dieser Vorrichtung erscheint das Spaltbild auf dem dunklen Grunde hell, so daß auch bei leicht umwölktem Himmel eine Messung möglich wird. Da ich noch außerdem den Strich (Marke) am Diopter *b*, wie in Fig. 4 ersichtlich, entsprechend verstärkt habe, kann ich die Symmetrie des beiderseits nur fein

übergreifenden Spaltbildes sehr genau abschätzen, wodurch ich sehr genaue Resultate erziele.

Nebenbei bemerke ich noch, daß ich die Säule *c*, Fig. 1, ganz dünn zylindrisch habe abdrehen lassen, um ein Blechgefäß von dem in Fig. 5 gegebenen Querschnitte und von 15 cm Höhe anbringen zu können, welches, mit Wasser bis oben gefüllt, ein rascheres Einspielen des Lotes bewirkt und das Lot bei Wind vor den störenden Schwankungen bewahrt.

Schließlich habe ich den haarigen Zwirnfaden des Lotes durch ein schwarzes Roßhaar *f*, Fig. 3, ersetzt, das fein und scharf begrenzt, ein weitaus feineres Einstellen ermöglicht.



Bestätigung der von Direktor F. S. Archenhold innerhalb der Sonnenfleckengruppe B am 25. März 1903 beobachteten Bewegung.

Ich beobachte mit meinem parallaktisch montierten 4 Zöller die Sonne stets und zeichne, so gut ich es treffe, alle Flecken und Fackeln in meinen Katalog. Da ich jedoch kein helioskopisches Ocular, sondern nur Blendgläser besitze, kann ich in den Sommermonaten nur die Morgenstunden zum Zeichnen benutzen, denn bei hohem Sonnenstande werden die Gläser in wenigen Sekunden heiß. Trotz all der Schwierigkeiten einer solchen Beobachtung ersehe ich aus Ihren heutigen und den früheren Zeichnungen im Heft 5 eine mich sehr befriedigende Übereinstimmung, wobei ja auch die um Stunden variierende Beobachtungszeit in Frage kommt. Im März jedoch benutzte ich noch mit teilweise abgeblendetem Objektive die Stunden von 11^h bis 12^h hiesiger Ortszeit = Mitteleuropäische + 8^m 26^s, wegen der Reinheit der Luft bei hohem Sonnenstande. So zeichnete ich am 23. März um 11^h 30^m, am 24. um 11^h 40^m (fehlt bei Ihnen) und am 25. um 11^h 35^m, wobei die Stunden die Mitte des Zeichnens angeben. Als ich nun mit dieser letzten Zeichnung zu Ende gewesen, fand ich beim kontrollierenden letzten Blick, daß ich den unteren Fleck zu weit von den oberen eingezeichnet hatte, und ich hielt dies für einen Fehler und korrigierte die Zeichnung. Nun ersehe ich aus Ihren Bildern, daß dies kein Zeichenfehler gewesen, und da 1^h 35^m hier und in Berlin nicht tautochron ist, so muß sich dieser Fleck überhaupt stetig verschoben haben.

Preßburg, 18. Mai 1903. Hauptmann Krziz.



Kleine Mitteilungen.

Unsere Beilage: Feldmarschall Graf v. Moltkes Fernglas aus dem Kriege 1870/71. Mit gütiger Erlaubnis Sr. Excellenz Dr. A. v. Menzel geben wir in der Beilage eine Reproduktion seiner im Original zum Teil farbig ausgeführten Studie wieder, die auf der diesjährigen Menzelausstellung im Künstlerhaus zu Berlin aus der unerschöpflichen Mappe des Meisters zu Tage kam. Mit welcher Gewissenhaftigkeit der Altmeister Menzel seine Studien anzufertigen gewohnt ist, ersehen wir aus der genauen Wiedergabe der Auszugsvorrichtung und Schrauben des Fernglases wie der Angabe der Maße sowohl vom Objektivdurchmesser, wie vom Gestell des Glases. Das Fernglas, dessen sich Feldmarschall Graf Moltke im Kriege 1870-71 bediente, ist hiernach ein sehr lichtstarkes gewesen, aber weder war, wie jetzt gebräuchlich, der Augenabstand verstellbar, noch konnte eine Focussierung für das einzelne Auge vorgenommen werden. F. S. Archenhold.

Verteilung der Jahrgänge I und II unserer Zeitschrift „Das Weltall". Zu unserer Mitteilung in No. 14/15 geben wir nachstehend die Namen derjenigen Institute bekannt, welche die von dem Gönner unserer Zeitschrift gestifteten Jahrgänge erhalten haben:

7. Städtische Lesehalle, Berlin, Wattstraße 16,
Rixdorfer Volksbibliothek,
Städtische Volksbibliothek Charlottenburg,
Herr Landrat Büchting in Marienburg (Westerwald) für die Bibliotheken des Kreises,
Uhrmacher-Verbindung „Urania", Glashütte i. Sa.

Auf unsere Mitteilung hin sind noch eine große Anzahl von Gesuchen und Meldungen eingegangen, die wir zu unserem Bedauern nicht berücksichtigen können. Vermögende Freunde der Wissenschaft würden sich ein großes Verdienst erwerben, wenn sie freundlichst die Mittel zur Verfügung stellen wollten, diesen Gesuchen Folge zu geben. Die Zahl der Gesuche ist ein erfreuliches Zeichen dafür, daß das Interesse an der Astronomie im Wachsen begriffen ist.

* * *

Entdeckung eines neuen Kometen Borelly 1903 c wird aus Marseille gemeldet. Derselbe zeigt eine starke Bewegung nach Norden und steht jetzt im Sternbilde des Wassermannes. Er ist 8. Größe und nach Mitternacht sichtbar. F. S. A.

* * *

Photographische Aufnahmen kleiner Planeten auf dem Astrophysikalischen Observatorium Königstuhl-Heidelberg im Jahre 1902. Von einem halben Tausend Planetoiden sind jetzt Form, Lage und Größe der Bahnen berechnet, in denen sie um die Sonne laufen. Ein Teil dieser Gestirne bietet durch größere Helligkeit, durch Annäherung an die Erde oder aus sonstigen, namentlich theoretischen Gründen besonderes Interesse. Diese Gestirne werden darum rechnerisch so behandelt, daß man jederzeit genau ihren Ort am Himmel angeben kann, um Beobachtungen derselben zu ermöglichen. Für sehr viele Planetoiden, ja für die meisten, liegt aber — wenigstens soweit man die Sache gegenwärtig beurteilen kann, ob nicht die Zukunft anders denken wird, weiß niemand — kein Anlaß zu einer fortgesetzten Verfolgung durch Beobachtung vor, für diese Gestirne genügt eine abgekürzte Berechnung, die eine Wiedererkennung und richtige Identifizierung bei gelegentlicher oder zufälliger Auffindung eines solchen Planeten erleichtert. Zur Sicherung der Rechnung gegen gröbere Versehen ist es hinreichend, wenn diese Planeten etwa alle sechs bis zehn Jahre einmal aufgesucht werden. Eine direkte Aufsuchung wäre aber, da man den Lauf nicht strenge berechnet, sehr umständlich, namentlich bei den schwächeren Objekten. Hier treten die Vorzüge der zuerst von Herrn Prof. M. Wolf in Heidelberg eingeführten photographischen Aufsuchung in vollster Klarheit vor Augen und finden alljährlich ihre neue Bestätigung.

Im Jahre 1902 gelangten etwa 360 der bekannten Planetoiden in Opposition zur Sonne. Davon standen aber ungefähr 40 für Heidelberg zu südlich, um mit Aussicht auf Erfolg photographiert werden zu können, einige derselben blieben sogar dauernd unter dem Horizonte Deutschlands. Bedenkt man noch, daß 75 der übrigen Planeten schwächer als 13. Größe, davon zwei Dutzend selbst noch schwächer als 14. Größe waren, so ist es gewiß als eine hervorragende Leistung zu erachten, daß 120 Planeten aus der Zahl der früher entdeckten und zwar in der Regel wiederholt photographisch aufgenommen worden sind, über ein Drittel, ja mit Rücksicht auf die Helligkeit, fast die Hälfte aller in Heidelberg erreichbaren Gestirne dieser Art. Davon waren manche seit mehr als acht Jahren nicht beobachtet gewesen und bei mehr als einem Dutzend wurden durch die jetzigen Aufnahmen erst die Bahnen gesichert, indem diese Planeten seit ihrer Entdeckung nicht wieder gesehen worden waren.

Natürlich konnte es nicht fehlen, daß neben diesen „alten" Planeten auch „neue" auf die Platten kamen und zwar geschah dies in größerer Anzahl als in irgend einem früheren Jahre, die Ausbeute betrug nahezu ein halbes Hundert. Für 18 bis 20 Planeten liegen so viele Beobachtungen, zumeist den photographischen Platten entnommene Positionen, vor, daß die Bahnen derselben zu berechnen sind. Heller als 12. Größe waren bei der Entdeckung nur 6, darunter der einzige außerhalb Heidelbergs, nämlich von Herrn Charlois in Nizza gefundene Planet (über ein paar nachträglich von der Harvardsternwarte gemeldete Planeten läßt sich nicht sagen, ob sie neu waren oder nicht), 12. bis 13. Größe besaßen 21 und schwächer als 13. Größe waren 18 Planeten. Man sieht hieraus, daß die helleren Planeten, die größeren und näheren Glieder der Gruppe, jetzt schon ziemlich vollzählig bekannt sind. Nach einer seit jeher mit wenigen Ausnahmen geltenden Regel werden die neuen Planetoiden in den sonnennäheren Teilen ihrer Bahnen entdeckt, wo sie verhältnismäßig am hellsten erscheinen. So werden auch die wenigen „hellen" Planeten von 1902 in anderen Jahren schwächer, einige sogar bedeutend schwächer sein. Der Planet Charlois war bei 11. Größe in

mittlerer Entfernung von der Sonne gefunden worden, im entferntesten Punkte seiner Bahn geht er für uns auf 13 Größe herab, in seiner Sonnennähe steigt er dagegen fast bis zur 9. Größe an. Wie die Berechnung des Herrn Dr. P. V. Neugebauer ergeben hat, ist eben dieser Planet schon im Jahre 1900 von Herrn Hirayama, Direktor der Sternwarte zu Tokio, Japan, einigemal photographiert worden, blieb indeß unberechnet; er war damals recht schwach, unter 12,5. Größe. Bei seiner größten Helligkeit ist er merkwürdigerweise bis jetzt stets übersehen worden. Im übrigen bietet noch der eine oder andere neue Planet hinsichtlich seiner Bahnverhältnisse einiges Interesse, der merkwürdigste bleibt aber der Planet „KX", über den im 16. Heft des „Weltall" berichtet worden ist.

So zeigt sich also das Astrophysikalische Observatorium auf dem Königstuhl bei Heidelberg, auf dem im Vorjahre außer Herrn Prof. Wolf noch die Herren Carnera, Dugan, Götz, Kopff und Mündler tätig waren, sehr wohl imstande, die ganze Planetoidenschar zu überwachen, namentlich auch die schwächeren Planeten. Die helleren werden anderwärts genug, oft überflüssig häufig, beobachtet, und ganz zwecklos scheint der von der Harvardsternwarte kürzlich gefaßte Entschluß, seit mehreren Jahren unbeobachtet gebliebene hellere Planeten photographisch zu suchen, als ob deren Auffindbarkeit irgendwie gefährdet wäre! A. Berberich.

* * *

Eine merkwürdige Erscheinung am U Geminorum. Die von dem 1890 verstorbenen englischen Astronomen Pogson, dem langjährigen Direktor der Sternwarte zu Madras, angestellten Beobachtungen veränderlicher Sterne werden gegenwärtig von J. Baxendell bearbeitet. Unter andern Sternen wurde auch der merkwürdige Veränderliche U Geminorum öfter beobachtet, der ungefähr alle Vierteljahre einmal, indessen keineswegs in regelmäßiger Periode, sehr rasch von seinem Minimum (unter 13. Größe) zu einem Maximum (8. bis 9. Größe) ansteigt, kurze Zeit in dieser Helligkeit verharrt und dann mäßig rasch wieder verblaßt. Der größte Teil des Aufleuchtens spielt sich gewöhnlich in etwa 24 Stunden ab, so daß der Stern an einem Tage für mittlere Fernrohre (6-Zöller) noch unsichtbar gewesen sein kann und am folgenden Abende schon in seinem vollen Glanze vorgefunden wird. Dieser „Stern der Überraschungen" hat erst in neuster Zeit ein Gegenstück in dem Veränderlichen SS Cygni erhalten, der ebenso unerwartet aufzuleuchten pflegt.

Bei U Geminorum hat nun Pogson am 26. März 1856 eine höchst seltsame Wahrnehmung gemacht, die die größten Zweifel erwecken würde, käme sie nicht von einem so geschickten und verläßlichen Beobachter. Die von Baxendell dem Notizbuche Pogsons entnommene Bemerkung lautet nach dem Astronomical Journal Bd. 22 S. 127 wie folgt: „Der Veränderliche erleidet starke Lichtschwankungen in Zwischenzeiten von 6^s bis 15^s, die bis zu vier Größenklassen reichen, während die Nachbarsterne ganz ruhig und durchaus nicht so flackernd, wie der Veränderliche, leuchteten. Zuweilen übertraf U Geminorum den Nachbarstern 8.9. Größe, um bald nachher gänzlich zu verschwinden, eine mir neue Erscheinung. Ich überwachte den Stern eine halbe Stunde hindurch am Äquatoreal (der Oxforder Sternwarte, England) mit Vergrößerungen von 54, 65 und 95 mal." Am folgenden Abende (27. März 1856) war noch immer einige Unbeständigkeit des Lichtes zu bemerken, wenngleich so starke Schwankungen wie am Vortage nicht mehr vorkamen. „Mäßiges Flackern, sicher mehr als an Nachbarsternen", wurde auch in späteren Jahren an U Geminorum von Pogson notiert, doch erreichte es nie mehr ähnliche Beträge wie am 26. März 1856. A. Berberich.

* * *

Eine helle Feuerkugel wurde, nach einer Notiz in verschiedenen Tagesblättern, in der Nacht vom 22. zum 23. April im Norden Berlins gesehen. In nordwestlicher Richtung erhellte sich plötzlich der Himmel, gleichsam wie unter einem Feuerstrahle, ein Meteor durchschnitt in diagonaler Richtung das Firmament, beschrieb plötzlich ein Knie und löste sich in drei Sterne auf. Der Himmel erschien während dieses Augenblicks rosig gefärbt und im Verblassen ging die Färbung in ein leuchtendes Violett über.

Wir bitten unsere Leser, falls sie diese Erscheinung beobachtet haben, um gefällige nähere Mitteilungen.

* * *

Über die Elektronentheorie sprach der bekannte Physiker H. Kayser in Bonn am 27. Januar in der Aula der dortigen Universität. Er führte in dem Vortrage, welcher jetzt auch gedruckt vorliegt*), etwa folgendes aus:

Schon lange hatte man (Plücker, Hittorf, Crookes, Hertz, Lenard, Roentgen) sich mit dem Studium der Kathoden- und der an diese sich anschließenden X-Strahlen beschäftigt, ohne daß es gelungen wäre, über ihr eigentliches Wesen Genaueres zu ermitteln. Zuerst war man geneigt, in ihnen ein der Elektrolyse, d. h. der Wanderung der Ionen analoges Phänomen zu sehen; die ma-

*) H. Kayser, Die Elektronentheorie, Bonn 1903, Preis 0,80 Mk.

teriellen Träger der Kathodenstrahlen sollten negativ geladene Ionen sein. Wäre diese Annahme richtig, so müßte der aus der Elektrolyse bekannte Wert $\frac{e}{m}$, d. h. das Verhältnis der elektromotorischen Kraft e zu der Masse m auch für die Kathodenstrahlen richtig sein*). Thomsons darauf bezügliche Versuche ergaben indessen, daß dem nicht so ist; er fand vielmehr:

„1. Führt man den Versuch in Wasserstoffgas aus, so hat $\frac{e}{m}$ nicht denselben Wert wie für die Wasserstoffionen der Elektrolyse, sondern ist etwa 1500 mal größer.

2. Nimmt man beliebige andere Gase, so findet man immer einen und denselben Wert für $\frac{e}{m}$, ganz abweichend von der Elektrolyse. wo zwar e auch für alle einwertigen Ionen den gleichen Wert hat, aber m verschieden ist je nach dem Atomgewicht des benutzten Elementes. Wir müssen also schließen, daß in den Kathodenstrahlen die Transporteure der Elektrizität immer ein und dieselben sind, ganz unabhängig von dem zufällig gewählten Gase" (pag. 18). Der Grund für Ergebnis 1 mußte darin liegen, daß e größer oder m kleiner als bei der Elektrolyse ist. Weitere experimentelle Forschungen zeigten nun, daß e für die in den Kathodenstrahlen fortgeführten Teilchen, die Korpuskeln, denselben Wert hat wie in der Elektrolyse, folglich muß die Masse der Korpuskeln $^1/_{1500}$ der Masse eines Wasserstoffatoms sein. Da nun aber nach Ergebnis 2 die Korpuskeln bei allen Gasen gleich groß sind, so lag der Schluß nahe, den Thomson auch wirklich zog, „daß wir in den Korpuskeln die Uratome der Materie vor uns haben, daß die so lange gesuchten Bausteine unserer Elemente und des Weltalls endlich in den Kathodenstrahlen gefunden seien. Ein solches Uratom von Materie, beladen mit einem Atom von Elektrizität, einem Elektron, nannte man ein Elektrón; der Name Korpuskel wurde nicht akzeptiert" (pag. 20).

Mit Hilfe der Elektronen konnte nun Lorentz das bekannte Zeemannsche Phänomen**) erklären, indem er annahm, „daß die Spektrallinien durch eine Bewegung von Elektronen erzeugt werden, und es fand sich auch hier, daß die Elektronen aller chemischen Elemente mit einander identisch seien, und identisch mit den Elektronen der Kathodenstrahlen. Man kann sich danach mit Runge das Atom eines Elementes vorstellen unter dem Bilde eines Planetensystems: in der Mitte haben wir einen positiv geladenen Kern, die Sonne des Systems, welcher die Hauptmasse des Atoms bildet und von Element zu Element an Größe verschieden ist. Er wird umkreist von einer Anzahl Elektronen, den Planeten, die an Größe alle gleich und gleich stark negativ geladen sind. Durch ihre Bewegung in elliptischen Bahnen um den Kern erzeugen sie in dem alles erfüllenden Lichtäther elektromagnetische Wellen, die wir als Licht, als Spektrallinien wahrnehmen. Diese sind von Element zu Element verschieden. trotzdem die erzeugenden Teilchen, eben die Elektronen, bei allen Elementen identisch sind, weil die Zentralkörper und die von ihnen ausgehenden Kräfte und daher die Bewegungen der Elektronen verschieden sind" (pag. 21 bis 22).

Die Elektronen machen sich in der Natur nicht selten bemerkbar: sie treten in den Kathoden- und den Röntgenstrahlen auf und stehen vielleicht auch mit den eigentümlichen Erscheinungen der Radioaktivität im Zusammenhang. So weit sind die Forschungen bisher gediehen. Wenn auch manches in ihnen noch unsicher ist und manche Fragen, die sich dem Forscher aufdrängen, mit unseren heutigen Kenntnissen noch nicht beantwortet werden können, so haben sie doch unzweifelhaft ein großes Interesse für jeden, der als echter Naturforscher in die tiefsten Geheimnisse der uns umgebenden Welt und die Mannigfaltigkeit ihrer Phänomen einzudringen bestrebt ist.

Wenn dem Referenten zum Schluß noch eine Bitte gestattet ist, so ist es die, daß bei einer hoffentlich bald nötig werdenden zweiten Auflage H. Kayser seiner Schrift einen Quellen- und Literaturnachweis beifügen möge. Werner Mecklenburg.

* * *

Zur Wiederherstellung des beim Brand auf der Yerkes-Sternwarte vernichteten Cölostat-Reflektors nebst Zubehör (Sonnen- und Sternspektographen, Spektoheliographen u. s. w.) hat nach einer Notiz der „Nature" vom 7. Mai, Miss Helen E Snow in Chicago als Andenken an ihren Vater das nötige Geld gespendet. Die Höhe der Summe ist nicht genannt, wird aber mehr als ausreichen.

* * *

*) Vergl. hierzu den Aufsatz von M. W. Meyer: „Die Kathodenstrahlen", Weltall, 3. Jahrgang, Heft 3 und 4, besonders in Heft 4, pag. 51.

**) Wenn eine Lichtquelle in ein starkes magnetisches Feld gebracht wird, so verdoppeln sich die Spektrallinien, welche von der Lichtquelle erzeugt werden. Vergl. die dem Laien leicht verständlichen, sehr instruktiven Vorträge von Lorentz: „Sichtbare und unsichtbare Bewegungen", deutsch von G. Siebert, Braunschweig 1902.

Die private Freigebigkeit für wissenschaftliche Zwecke in Amerika wird durch folgende, der „Nature" No. 1694 entnommene Liste größerer Spenden veranschaulicht:

Geber:	Empfänger:	Betrag:
R. C. Billings	Harvard Universität	420 000 Mk.
- - -	Boston Museum der schönen Künste	420 000 -
- - -	Technikum von Massachusetts	420 000 -
A. Carnegie	Wooster Universität (Ohio)	420 000 -
Mrs. Lila Currier	Columbia Universität, New-York	210 000 -
- - -	Yale Universität	420 000 -
Mrs. C. P. Huntington	Harvard Medical School	1 050 000 -
J. D. Rockefeller	Barnard College, Columbia Universität	1 050 000 -
- - -	Chicago Universität	5 250 000 -
- - -	Harvard Medical School	4 200 000 -
- - -	Washington & Lee Universität	21 000 -
L. H. Severance	Wooster Universität	210 000 -
G. Smith	Harvard Universität	1 890 000 -
J. Stillmann	Harvard Medical School	420 000 -
J. Wheelock	Clark Universität	420 000 -
- -	Harvard Universität	420 000 -
(Sammlung)	Wooster Universität	588 000 -
-	Barnard College	1 050 000 -
-	Harvard Medical School	3 448 000 -
	Summe aller Spenden:	22 327 000 Mk.

Ferner bringt „Nature" No. 1738 nach der Zeitschrift „Library" eine Übersicht über A. Carnegies Spenden für Bibliotheken und sonstige Unterrichts-Anstalten bis Ende November 1902:

England und Wales	7 687 000 Mk.
Irland	2 056 000 -
Schottland	50 676 000 -
Canada	19 500 000 -
Summe:	79 919 000 Mk.

In den Vereinigten Staaten erhielten von Carnegie:

Fayette Upper University, Jowa	945 000 Mk.
Polytechnikum Louisville	525 000 -
Carnegie-Laboratorium, New-York	2 520 000 -
Staats-College, Pennsylvanien	420 000 -
Carnegie-Institut, Pittsburg	30 450 000 -
Carnegie-Polytechnikum, Pittsburg	8 400 000 -
National-Universität Washington	42 000 000 -
Havana auf Cuba	1 050 000 -
Summe:	86 310 000 Mk.

Die Summe für Nordamerika (einschließlich aller, auch der „kleineren" Spenden) ist in „Nature" mit 212 882 173 Dollar angegeben, was aber wohl ein Druckfehler für 21 oder 22 Millionen sein dürfte. Auch diese Summe darf man noch eine riesige nennen. A. B.

Personalien.

Herr Dr. phil. **J. K. Wilhelm Ebert**, dessen Doktordissertation das Thema „Inwieweit kann ein Stern mit großer Geschwindigkeit die Stabilität eines Planetensystems beeinflussen" behandelte, hat sich mit der Antrittsvorlesung: „Unsere gegenwärtigen Anschauungen vom System der kleinen Planeten" als Privatdozent für Astronomie an der Universität Greifswald habilitiert.

Für die Schriftleitung verantwortlich: F. S. Archenhold, Treptow-Berlin; für den Inseratenteil: C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin W.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

3. Jahrgang. Heft 20.

Herausgegeben von
F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte.

1903 Juli 15.

Verlag von C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin.

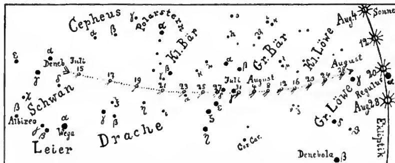
Diese Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. — Abonnementspreis vierteljährlich Mark 2.— (Ausland Mark 2.50), einzelne Nummer 50 Pfg. franko durch den Verlag, Berlin W. 35, Schöneberger Ufer 43, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungspreisliste 8344).
Anzeigen-Gebühren: Die einspaltige Petitzeile 40 Pfg. 1/1 Seite 60.—, 1/2 Seite 30.—, 1/4 Seite 15.— Mk. Bei Wiederholungen Rabatt.

INHALT.

Der neue Komet 1903 c.

Von F. S. Archenhold.

Der am 21. Juni von Borrelly in Marseille entdeckte Komet 1903 c gehört zu den nichtperiodischen Kometen, welche einmal — aus den Tiefen des Weltalls kommend — unser Sonnensystem besuchen, um sich dann wieder für immer in ungemessene Räume zu verlieren. Es gibt auch einige Kometen*), welche in geschlossenen Bahnen unsere Sonne umkreisen und daher nach einer



Lauf des Kometen 1903c von Juli 15. bis Aug. 28. und der Sonne von Aug. 4. bis 28.

bestimmten Zeit wieder sichtbar werden, man nennt sie die „periodischen Kometen". Die kürzeste Umlaufszeit unter ihnen hat der Enckesche, der alle $3^1/_3$ Jahre seinen Umlauf vollendet.

Bei der Entdeckung war die Helligkeit des neuen Kometen 9. Größe. Er stand noch südlich vom Himmels-Äquator im Sternbilde des Wassermanns, bewegte sich jedoch so schnell nach Norden, daß er jetzt bereits im Sternbilde

*) Ihre Zahl beträgt 18 Ihr Verzeichnis siehe „Weltall", Jg. 1, S. 132.

des Schwans steht. Am 20. Juli erreicht er seine größte Deklination, welche 68° 38′ beträgt, und steht dann im Sternbilde des kleinen Bären in der Verlängerung von Beta und Gamma. Am 31. Juli steht er — wie wir aus der Karte ersehen — im großen Bären in der Nähe von Gamma Urs. Maj., durchläuft dann den kleinen Löwen vom 16.—24. August und steht am 28. August in der Nähe des hellen Sterns Gamma im großen Löwen.

So durchläuft er in einem Monat fast einen Himmelsquadranten und bewegt sich während dieser Zeit in einer Stunde um 10 Bogenminuten, also in einer Minute um 10 Bogensekunden vorwärts. Da wir mit unserem Treptower Großen Fernrohr deutlich zwei Sterne trennen können, die nur $^1/_2$ Bogensekunde von einander entfernt stehen, können wir die Bewegung des Kometen unter den Sternen beim Hindurchsehen unmittelbar auf den ersten Blick wahrnehmen.

Am 15. Juli hat der Komet seine größte Erdnähe erreicht, und zwar beträgt dieselbe $40^1/_2$ Millionen Kilometer, am 17. Juli erreicht er seine größte Helligkeit und steht dann bereits 1 Million Kilometer weiter von der Erde entfernt. Seine größte Sonnennähe erreicht er erst am 27. August, diese beträgt 52 Millionen Kilometer; er nähert sich also der Sonne etwas mehr, als es der sonnennächste Planet, Merkur, vermag.

Die Parabel, in welcher der Komet um die Sonne läuft, bildet mit der Erdbahn eine Neigung von fast 85°, d. h. die Kometenbahn steht fast senkrecht zur Erdbahn. Der scheinbare Durchmesser des Kometen beträgt mehrere Bogenminuten, so daß der wirkliche Durchmesser sich auf etwa 80 000 Kilometer beläuft, das ist mehr als der sechsfache Durchmesser der Erde.

Für diejenigen unserer Leser, welche den Kometen nicht nach der Sternkarte, sondern nach den Ablesevorrichtungen ihres Fernrohres einstellen wollen, geben wir anbei die Ephemeride für 12^h m. Z. Berlin von M. Ebell (A. N. No. 3883):

1903	Rectascension			Deklination		1903	Rectascension			Deklination	
Juli 15.	19^h	43^m	53^s	53°	15′,4	Aug. 8.	11^h	11^m	25^s	43°	50′,4
17.	18	41	11	62	2,2	10.	11	4	26	42	3,2
19.	17	7	44	67	35,1	12.	10	57	52	40	20,3
21.	15	22	3	68	36,0	14.	10	51	34	38	39,0
23.	13	59	5	66	17,8	16.	10	45	24	36	56,2
25.	13	5	26	62	44,3	18.	10	39	18	35	9,0
27.	12	31	5	59	5,2	20.	10	33	14	33	14,2
29.	12	7	49	55	44,1	22.	10	27	16	31	8,7
31.	11	51	1	52	46,1	24.	10	21	33	28	50,0
Aug. 2.	11	38	11	50	9,3	26.	10	16	15	26	17,1
4.	11	27	48	47	50,1	28.	10	11	35	23	30,6
6.	11	19	6	45	45,1						

Der Komet wird für das unbewaffnete Auge schon Anfang August in den Sonnenstrahlen verschwinden; es dürfte aber interessant sein, ihn mit dem Fernrohr noch weiter zu verfolgen. Um gleich beurteilen zu können, wie weit der Komet am Himmel von der Sonne abstehen wird, geben wir nachstehend die Position der Sonne vom 2.—28. August:

1903	Rectascension			Deklination		1903	Rectascension			Deklination	
Aug. 2.	8^h	45^m	37^s	18°	1′,4	Aug. 16.	9^h	39^m	0^s	14°	3′,2
4.	8	53	21	17	30,6	18.	9	46	29	13	25,3
6.	9	1	4	16	58,6	20.	9	53	56	12	46,5
8.	9	8	44	16	25,6	22.	10	1	21	12	6,9
10.	9	16	21	15	51,5	24.	10	8	44	11	26,6
12.	9	23	56	15	16,4	26.	10	16	6	10	45,5
14.	9	31	29	14	40,3	28.	10	23	25	10	3,7

Auch habe ich in die Karte den Stand der Sonne in der Ekliptik eingezeichnet, so daß man sehen kann, wie der Komet Ende August sich der Sonne nähert und unsichtbar wird. Von Mitte Juli an wird der Komet schon dem unbewaffneten Auge gut sichtbar werden. —

Trotz Vollmond konnte ich selbst am 9. Juli den Kometen im Opernglas bequem sehen. Verglichen mit dem etwas tiefer stehenden Andromedanebel betrug seine Helligkeit und Ausdehnung um 11^h abends etwa das Doppelte von der des Nebels. Auch am 10. und 11. Juli habe ich trotz Nähe des Mondes den Kometen bequem sehen können. In einem 5zölligen Kometensucher von Reinfelder & Hertel ist er schon ein schönes Objekt. Sein Schweif ist deutlich sichtbar. Wolf in Heidelberg berichtet über photographische Aufnahmen von Götz vom 26. Juni in den A. N. wie folgt: Die Platte zeigt bei ³/₄ Stunden Belichtung am 6-Zöller zwei Schweife an dem Kometen, einen längeren, von etwa 40′ Länge, der etwas schwächer als der andere ist, und einen kürzeren helleren von ca. 20′ Länge. Den Positionswinkel des langen Schweifes maß ich am Stereokomparator zu 243°, den Positionswinkel des helleren, kurzen Schweifes zu 212°. Der kürzere Schweif ist ein wenig parabolisch gekrümmt; die konvexe Seite ist gegen Norden gerichtet.



Immanuel Kant als Physiker*).

Beiträge aus unbekannten Arbeiten des Weisen von Königsberg.

1. Immanuel Kant und die Physik des Mondes.

Die Verdienste des unsterblichen Königsbergers um die „Philosophie der Astronomie", und diese bietet uns doch hauptsächlich die „Naturgeschichte des Himmels", sind bereits genügend gewürdigt. Daß Immanuel Kant in seiner stillen Gelehrtenstube sich jedoch auch in praktisch-astronomischen Fragen auf dem Laufenden erhielt, das beweisen uns zwei kleine Traktate: „Über die Vulkane im Monde" (1785) und „Etwas über den Einfluß des Mondes auf die Witterung" (1794). Der erste dieser beiden Traktate — zuerst erschienen in der „Berliner Monatsschrift" 1785 — beschäftigt sich mit einer mondphysikalischen Tagesfrage, die gerade damals — in der Blütezeit der Rosenkreuzer, Illuminaten und anderer mehr oder weniger „mondsüchtiger" Vereinigungen, welche den harmlosen Erdtrabanten geradezu als das „Gestirn *comme il faut*" und Sitz aller möglicher Geister feierten — die Gemüter lebhaft erregte.

Der berühmte englische Astronom William Herschel — bekanntlich ein ehrsamer Stabstrompeter aus Hannover — glaubte mit einem großen Fernrohr in seiner Sternwarte von Slough bei Windsor am 4. Mai 1783 einen noch tätigen Vulkan auf dem Monde entdeckt zu haben**), höchstwahrscheinlich getäuscht durch ein abnormes Refraktions-Phänomen auf dem von der Erdkugel beleuchteten Mondteile. Dies gab verschiedenen Gelehrten — unter anderen dem russischen Staatsrate Repinus — Anlaß, die eigentümliche Gebirgsbildung des Mondes auf

*) Angeregt wurde der Verfasser zu Quellenstudien in dieser Frage durch den interessanten, wenn auch einseitig gehaltenen Aufsatz Reuschles: „Kant und die Naturwissenschaft" in der „Deutschen Vierteljahrsschrift" 1868.

**) Diese und einige spätere „Entdeckungen" derselben Natur publizierte dann Herschel in den Sitzungsberichten der Royal Society 1787.

einen rein vulkanischen Ursprung verweisen zu wollen. In der sehr lesenswerten Studie über die „Vulkane im Monde" benutzt nun Kant die Herschelsche Entdeckung — wie wir sehen werden — geradezu als Stütze seiner Nebularhypothese und kosmogonischer Anschauungen. Auch für den Fürsten der Philosophie erklären sich viele orographischen Eigentümlichkeiten der Mondoberfläche aus vulkanischen Einflüssen; aber er warnt davor, nach dem Beispiele des Repinus, alle Rüben in einen Sack zu werfen:

„Es bleibt, ungeachtet aller Ähnlichkeit der ringförmigen Mondflecken mit Kratern von Vulkanen, dennoch ein so erheblicher Unterschied zwischen beiden, und dagegen zeigt sich eine so treffende Ähnlichkeit derselben mit andern kreisförmigen Zügen unvulkanischer Gebirge*) oder Landesrücken auf unserer Erde, daß eher eine andere, ob zwar nur gewissermaßen mit jener analogische, Mutmaßung über die Bildung der Weltkörper dadurch bestätigt sein möchte**)".

Und für die Entstehung der gewaltigen kraterähnlichen Gebilde im Monde lassen sich zwar nur Eruptionen, aber auch solche nicht vulkanischer Natur, voraussetzen. Was Herschel auf dem Monde gesehen hat, läßt nach Kant eigentlich nur vermuten, daß unser Satellit eine Atmosphäre besitze; denn sonst könne es nichts Feuriges auf ihm geben. Auch sei es möglich, daß dieser und jener Mondvulkan noch in Tätigkeit trete; jedenfalls seien die Krater dieser noch nicht erloschenen Vulkane auch im Fernrohre nicht zu unterscheiden. Und welcher Art die nichtvulkanischen Eruptionen — nach Kant — einst gewesen sein können, beweist folgender Passus:

„Ich denke, daß, wenn man sich die Erde ursprünglich als ein im Wasser aufgelöstes Chaos vorstellt, die ersten Eruptionen, die allerwärts, selbst aus der größten Tiefe entspringen mußten, atmosphärisch (im eigentlichen Sinne des Wortes) gewesen seyn werden. Denn man kann sehr wohl annehmen, daß unser Luftmeer (Atmosphäre), das sich jetzt über der Erdfläche befindet, vorher mit den übrigen Materien der Erdmasse in einem Chaos vermischt gewesen: daß es zusammt vielen anderen elastischen Dünsten, aus der erhitzten Erdkugel gleichsam in großen Blasen ausgebrochen."

Was der Weise von Königsberg hier behauptet, enthält einen sehr beachtenswerten Grundkern, der in der modernen Geologie, speziell der Süßschen Schule, keine unwichtige Rolle spielt.

Zuletzt glaubt Kant auch das besprochene Phänomen zur Erweiterung und Befestigung seiner kosmogonischen Hypothesen benutzen zu können. Als innere Ursache aller Eruptionserscheinungen gilt ihm die Wärme. Woher kommt nun die Wärme? — Von der Sonne. Und woher die Sonnenwärme? — Sie ist entstanden bei dem Umwandlungsprozeß des dunstförmigen Urnebels zur Kugel und nach physikalischen Grundgesetzen leicht erklärlich. Bei der Erörterung dieses Problems zeigt sich Kant auch mit den chemischen Kenntnissen seiner Zeit wohl vertraut. Überhaupt zeugt der ganze Traktat von der erstaunlichen Belesenheit, der klaren Auffassungsgabe und dem kaum faßbaren Divinationsvermögen des großen Königsbergers. Und wie bezeichnend für den kühnen Aufbau seiner Ideenwelt sind nicht die Schlußworte des kleinen Traktats, mit denen auch wir unsern Artikel beenden wollen!

*) Bereits im Urtext fettgedruckt!

**) Wir zitieren nach der Schubertschen Ausgabe: „Immanuel Kants Schriften zur Physischen Geographie", Leipzig 1839, p. 393 ff.

„Dennoch aber halte ich es für unzulässig, bei einer Naturbeschaffenheit, z. B. der Hitze der Sonne, die mit Erscheinungen, deren Ursache wir nach sonst bekannten Gesetzen wenigstens mutmaßen können, Ähnlichkeit hat, stehen zu bleiben und verzweifelter Weise die unmittelbare göttliche Anordnung zum Erklärungsgrunde herbeizurufen. Diese letzte muß zwar, wenn von der Natur im Ganzen die Rede ist, unvermeidlich unsere Nachfrage beschließen; aber, bei jeder Epoche der Natur, da keine derselben in einer Sinnenwelt als die schlechthin erste angegeben werden kann, sind wir darum von der Verbindlichkeit nicht befreit, unter den Weltursachen zu suchen, so weit es uns nur möglich ist, und ihre Kette nach uns bekannten Gesetzen, so lange sie aneinander hängt, zu verfolgen."

Max Jacobi.



Geschichte der Astronomie im Altertum*).

Die Geschichte der Astronomie reicht in das höchste Altertum zurück. Die Chaldäer haben hauptsächlich die chronologischen Grundlagen festgestellt; ihr 18jähriger Saros ist das sprechendste Denkmal ihres ausdauernden Fleißes. Im alten Indien hat man die Planeten beobachtet, ihre Zusammenkünfte unter sich und mit dem Monde bestimmt und die Perioden ihres Umlaufs abgeleitet. Doch hat sich das hohe Alter der indischen Astronomie nicht in dem früher angenommenen Maße bestätigt. Dagegen reichen die astronomischen Beobachtungen der Chinesen bis ins höchste Altertum hinauf. Bereits aus dem Jahre 2697 v. Chr. wird die Beobachtung einer Sonnenfinsternis erwähnt, und 1100 v. Chr. bestimmte der Kaiser Tschu-Kong mittels eines Gnomons die Schiefe der Ekliptik. Von besonderer Wichtigkeit sind die frühen Beobachtungen von Kometen, die uns durch die Jesuitenmissionen im 17. Jahrhundert übermittelt und von Pingré und Burckhardt bearbeitet worden sind. Daß die Priesterkaste Ägyptens nicht unbedeutende astronomische Kenntnisse besessen hat, ist sehr wahrscheinlich; aber bei der starren Abgeschlossenheit der ägyptischen Priesterschaft ist das meiste, was sie geleistet haben mag, für uns verloren gegangen. Wir wissen, daß der Frühaufgang des Sirius zur Bestimmung der Jahreslänge (365 $^1/_4$ Tag) benutzt wurde. Die Theogonie, Kosmogonie und Geogonie der Griechen hat nur das Reich der Fabeln erweitert; ihre Erklärungsversuche, selbst der gewöhnlichsten Erscheinungen (wie der Mondphasen), treffen selten das richtige, weil die griechischen Weisen ohne genügende Beobachtungen philosophierten. Die Voraussage einer Sonnenfinsternis 28. Mai 585 v. Chr. durch Thales erfolgte wahrscheinlich mit Hilfe des chaldäischen Saros. Aber noch in viel späterer Zeit zweifelten Sokrates und Platon an der Möglichkeit einer wissenschaftlichen Astronomie. Die Verdienste der älteren Griechen um die Astronomie beschränken sich auf Berichtigung der Zeitrechnung. Als zu Metons Zeit (434 v. Chr.) der

*) Wir entnehmen diesen geschichtlichen Abriß dem uns von der Verlagsbuchhandlung freundlichst zur Verfügung gestellten Aushängebogen aus der soeben erscheinenden neuen Auflage von Meyers großem Konversations-Lexikon, einem Nachschlagewerke des allgemeinen Wissens. Es ist die 6. gänzlich neu bearbeitete und vermehrte Auflage, die jetzt erscheint. Mehr als 148000 Artikel und Verweisungen auf über 18240 Seiten Text mit mehr als 11000 Abbildungen, Karten und Plänen im Text und auf über 1400 Illustrationstafeln (darunter etwa 190 Farbendrucktafeln und 300 selbständige Kartenbeilagen, sowie 130 Textbeilagen. 20 Bände in Halbleder gebunden zu je 10 Mk. (Verlag des Bibliographischen Instituts in Leipzig und Wien.)

Kalender um 15 Tage abwich, unternahm dieser eine Kalenderverbesserung, indem er 19 Sonnenjahre = 235 Mondmonaten setzte (vgl. Kalender). Mit der Gründung der Akademie zu Alexandria (um 300 v. Chr.) durch Ptolemäos Philadelphos wurde eine neue segensreiche Periode der Entwicklung der Astronomie eröffnet. Aristyllos und Timocharis waren die ersten der alexandrinischen Astronomen. Sie bestimmten die Örter der Fixsterne bereits mit Hilfe von Armillarsphären. Wichtiger sind die Arbeiten von Aristarch von Samos. Er beobachtete die Solstitien und suchte zuerst das Verhältnis der Entfernungen der Erde von Sonne und Mond zu bestimmen, indem er den Winkel maß, den zur Zeit des ersten und letzten Viertels die nach diesen Weltkörpern gerichteten Visierlinien einschließen. Er fand für denselben 87° (statt 89° 51′) und daher für die Entfernungen von Mond und Sonne das Verhältnis 1 : 19 (statt 1 : 386). Aus der geringen Dauer einer totalen Sonnenfinsternis schloß er, daß in diesem Falle nur die äußerste Spitze des Schattenkegels die Erde treffe, und daß daher die gleich groß erscheinenden Durchmesser von Mond und Sonne sich ebenfalls wie 1 : 19 verhalten. Das Verhältnis des Monddurchmessers zum Erddurchmesser setzt er nahezu richtig 1 : 3, und nach Plutarch scheint er für die Entfernung des Mondes von der Erde 56 Erdhalbmesser gefunden zu haben. Von hoher Bedeutung ist Aristarch besonders durch seine Lehre, daß die Fixsterne und die Sonne unbeweglich seien, daß die Erde sich um die letztere in einem schiefen Kreise bewege und gleichzeitig um ihre Achse drehe, und daß der Durchmesser der Erdbahn gegen die Entfernung der Fixsterne verschwindend klein sei. Aristarch wird dadurch zum frühesten Vorläufer des Kopernikus. Eratosthenes (276 bis 195 v. Chr.) beobachtete mit großen Armillarsphären die Durchgänge der Sterne durch den Meridian und fand auch die Schiefe der Ekliptik gleich 23° 51′ 15″.

Von den großen Geometern Archimedes und Apollonios ist hier nur zu erwähnen, daß der erstere sich an einem Planetarium versuchte und letzterer zuerst die Epizykeln zur Erklärung des Planetenlaufs vorgeschlagen hat. Für die spätere Entwicklung der Astronomie in Keplers Zeit sind seine Arbeiten über die Kegelschnitte von der größten Bedeutung. Entschieden der größte Astronom des Altertums ist Hipparch von Nikäa (2. Jahrh. v. Chr.). Er suchte die Länge des Jahres, die Schiefe der Ekliptik, den Lauf des Mondes und der Sonne, die Örter der Sterne festzustellen. Da der scheinbare Abstand eines Sternes von der Sonne sich direkt nicht messen ließ, so maß er am Tage den Abstand des Mondes von der Sonne, in der darauf folgenden Nacht den eines Sternes vom Monde, und indem er den Lauf des Mondes in der Zwischenzeit berücksichtigte, erhielt er den Kulminationsunterschied des Sternes und der Sonne, also auch die gerade Aufsteigung des ersteren, wenn die der Sonne bekannt war. Eine Anzahl so bestimmter Sterne diente ihm zur Grundlage für die Beobachtung der andern. Zur Bestimmung der Länge des Jahres verglich er die Solstitial-Beobachtungen des Aristarch mit seinen eigenen und erhielt 365 Tage 5 Stunden 55 Minuten 12 Sekunden. Zu genauerer Ermittlung der Jahreslänge schlug er die Beobachtung der Nachtgleichen vor. Er erkannte die Ungleichheit der Jahreszeiten, die Veränderlichkeit der Entfernungen von Sonne und Mond von der Erde, bestimmte die Neigung der Mondbahn gegen die Ekliptik sowie die Veränderung der Knoten und zeigte, wie man die Finsternisse zur Bestimmung der Entfernung von Sonne und Mond benutzen kann (Parallaxenrechnung). Ferner bestimmte er die Örter von 1022 Sternen in Bezug auf die Ekliptik. Indem er hierbei

bemerkte, daß sich seit Timocharis die Längen der Sterne durchschnittlich um 2 Grade vermehrt hatten, entdeckte er die Präzession der Nachtgleichen. Zu Längenbestimmungen auf der Erde schlug er die Beobachtung der Finsternisse vor. Durch Hipparch ist die Astronomie ganz wesentlich gefördert worden, nach ihm aber treffen wir fast drei Jahrhunderte hindurch nur auf mittelmäßige Leistungen. Kleomedes entdeckte die astronomische Strahlenbrechung, deren Theorie später Ptolemäos weiter ausgebildet hat, und in seiner Schrift „*De mundo*“ findet sich die vielleicht dem Poseidonios (gest. 80 v. Chr.) zugehörige Ansicht, daß die Erde, von der Sonne aus gesehen, nur als ein Punkt, von den Fixsternen aus gar nicht sichtbar sei, auch seien die Fixsterne keineswegs alle gleich weit entfernt, was schon Geminus 137 v. Chr. behauptet hatte. Poseidonios scheint auch bereits den Mond als Ursache der Ebbe und Flut erkannt zu haben.

Auf Anordnung Julius Cäsars ward 45 v. Chr. der in Unordnung geratene römische Kalender unter Zugrundelegung der Jahreslänge von 365¼ Tagen durch den Alexandriner Sosigenes in Ordnung gebracht, auch versuchte um dieselbe Zeit Varro die Dunkelheiten der altrömischen Chronologie durch Berücksichtigung der Mond- und Sonnenfinsternisse aufzuhellen. Im allgemeinen aber kam die Astronomie im alten Rom nie zu größerer Bedeutung, während die Astrologie zahlreiche Anhänger fand.

Klaudios Ptolemäos (um 140 n. Chr.) ist der zweite große Astronom des Altertums. Sein „Almagest“ blieb 1400 Jahre lang die Hauptquelle aller astronomischen Kenntnisse. Vor Ptolemäos hatte man den Mond nur während des Voll- und Neumondes (hauptsächlich bei Finsternissen) beobachtet. Er aber bestimmte seinen Ort auch in den Mondvierteln und sah bald, daß Hipparchs Annahme eines einfachen exzentrischen Kreises als Bahn des mit gleichförmiger Geschwindigkeit sich bewegenden Mondes nicht mehr ausreiche, und er führte daher in die Theorie des Mondes und dann auch in die der Planeten die Lehre von der epizyklischen Bewegung ein, neben der er das Hilfsmittel des Hipparch, den exzentrischen Kreis, beibehielt.

Ein trauriges Bild des Verfalls der Astronomie gewähren die auf Ptolemäos folgenden Jahrhunderte, und ein neuer Anstoß zur Pflege der Astronomie ging erst wieder von den Arabern aus. Eine Reihe die Wissenschaften eifrig fördernder Kalifen begann 754 mit Al Mansur, dem Vater Harun al Raschids. Al Mamun, der dritte Kalif dieser Reihe, ließ in Bagdad eine Sternwarte erbauen und wirkte sich vom byzantinischen Kaiser Michael III. die Erlaubnis aus, von allen in Griechenland vorhandenen wissenschaftlichen Büchern eine arabische Übersetzung anfertigen zu lassen. Den Anfang machte Ptolemäos' „Almagest“. Auch ließ Al Mamun 827 eine Gradmessung zur Ermittlung der Größe der Erde ausführen. Dem 928 gestorbenen Albategnius verdanken wir die erste numerische Ermittlung der Exzentrizität der Erdbahn sowie die Entdeckung der Verschiebung der Apsiden der Erdbahn gegen die Richtung der Tierkreiszeichen. Alhazen, gest. 1038, verbesserte die Theorie der atmosphärischen Strahlenbrechung und bestimmte aus den Dämmerungserscheinungen die Höhe der Atmosphäre. Der Perser Al Sufi revidierte im 10. Jahrhundert in Bagdad die griechischen Sternverzeichnisse und lieferte einen wertvollen, von Schjellerup veröffentlichten Sternkatalog. Die vom Perserfürst Malek Schah (11. Jahrh.) berufenen Astronomen fanden für die Länge des tropischen Jahres 365 Tage 5 Stunden 48 Minuten 45 Sekunden, und um einen richtigen Kalender zu erhalten, schlug Omar Chejam einen 33jährigen Zyklus mit 8 Schalttagen vor, so daß statt des 32. Jahres erst

das 33. ein Schaltjahr sein sollte, was der Wahrheit noch näher kommt als die gregorianische Schaltweise. Das von Bagdad ausgehende Licht hatte einzelne Strahlen nach Spanien, Persien sowie zu den Tataren und Mongolen ausgesendet, die noch glänzten, als die Hauptquelle versiegt war. In Spanien arbeitete Alfons X., König von Kastilien, von mehreren Gelehrten unterstützt, an der Verbesserung der Sonnentafeln. Auch die Herrscher der Mongolenfürsten waren den Wissenschaften wohlgesinnt, unter Hulagu erbaute Nasireddin von Tus (gest. 1273) eine Sternwarte zu Meragah im nordwestlichen Persien und entwarf auf Grund eigener Beobachtungen die unter dem Namen der ilekhanischen bekannten astronomischen Tafeln. Auch der Enkel Timurs, der Uzbeke Ulug Beg in Samarkand, beförderte die astronomische Wissenschaft und leitete selbst die von ihm errichtete prachtvolle Sternwarte.

Die Leistungen der Araber blieben nicht ohne Wirkung auf das christliche Abendland. Zwar trat der Fanatismus vielfach hindernd in den Weg, aber Cordobas Hochschule war selbst in der Zeit des bittersten Religionshasses von Schülern aus christlichen Staaten besucht, und in wichtigen Fragen vereinigten sich christliche Gelehrte mit Bekennern des Mosaismus und des Islam zu gemeinsamer Arbeit. Doch war der Anteil der ersteren höchst gering. Allerdings ist die Zahl der Kommentatoren und Kompilatoren der astronomischen Werke des Altertums vom 10. bis in die Mitte des 15. Jahrhunderts nicht unbedeutend, aber nicht einer hat die Wissenschaft theoretisch oder praktisch bereichert. Einen höheren Rang in der Wissenschaft nimmt nur Roger Bacon (1214 bis 94) ein.

Deutschland erzeugte den ersten Astronomen der neueren Zeit, Georg Purbach (1423 bis 61), dessen Schüler Regiomontanus (1436 bis 76) in Wien, Rom und Nürnberg lehrte und in letzterer Stadt einen reichen Bürger, Bernhard Walther, gewann, der Instrumente anschaffte und die erste deutsche Sternwarte anlegte, auf der er mit Regiomontanus beobachtete. Die Zeit bestimmten sie durch die Fixsterne, und 1472 beobachteten sie als die ersten in Europa einen Kometen, indem sie seine Abstände von andern Sternen maßen.

War auch bis dahin mehrfach das Ungenügende des Ptolemäischen Weltsystems, das die Erde in das Zentrum der Welt setzte und Mond, Sonne und Planeten um sie laufen ließ, empfunden worden, so gelang es doch erst Nikolaus Kopernikus (1473 bis 1543) in seinem Werk „*De revolutionibus orbium coelestium*" ein vollkommeneres aufzustellen. Er legte der Erde eine tägliche Bewegung in der Richtung von Westen nach Osten um ihre Axe und eine jährliche in gleicher Richtung um die Sonne bei; in derselben Richtung bewegen sich auch sämtliche Planeten um die Sonne. Außerdem schrieb er auch noch der Erdachse irrtümlich eine jährliche konische Bewegung zu. Durch die Annahme einer Bewegung der Erde und der Planeten um die ruhende Sonne ließen sich die scheinbaren Bewegungen der Sonne und Planeten, insbesondere die ungleiche Geschwindigkeit und die rückläufigen Bewegungen und Stillstände, einfacher als in dem geozentrischen System der Alten erklären. Übrigens behielt auch Kopernikus die exzentrischen Kreise und Epizykeln bei, nur verminderte er die Zahl der letzteren. Sein Schüler Rhäticus, Professor in Wittenberg (1514 bis 1576), vervollkommnete die Rechnungsmethoden. Peter Apianus (Bienewitz) in Ingolstadt war als praktischer Beobachter ausgezeichnet und bemerkte unter anderem, daß die Kometenschweife stets von der Sonne abgewendet sind. Reinhold (1511 bis 53) entwarf Tabellen auf Grund einer Ausgleichung der Beobachtungen des Ptolemäos und des Kopernikus, die Prutenischen Tafeln.

Mannigfache Verbesserungen erfuhren in dieser Zeit die astronomischen Instrumente und die Beobachtungsmethoden. Besonders sind die Erfindungen des Transversalmaßstabes, des Nonius und des Proportionalzirkels hervorzuheben. Auf der vom Landgrafen Wilhelm IV. zu Kassel errichteten Sternwarte bestimmten Rothmann und Bürgi 900 Sterne, suchten auch nach der Sonnenparallaxe, erkannten aber, daß sie für ihre Instrumente unermeßbar sei. In die zweite Hälfte des 16. Jahrhunderts fällt auch die Kalenderverbesserung Gregors XIII.

Der größte Astronom des 16. Jahrhunderts nächst Kopernikus ist aber Tycho Brahe (1546 bis 1601), der Reformator der Beobachtungskunst. Er bestimmte die Breite seines Beobachtungsortes durch Zirkumpolarsterne und wendete sie zur Berichtigung seiner Instrumente an, brachte auch die Refraktion bei seinen Beobachtungen in Rechnung und entdeckte die Variation und die jährliche Ungleichheit der Mondbahn. Auch erkannte er, besonders durch Beobachtungen an dem Kometen von 1577, daß diese Körper sich weit jenseit des Mondes befinden. Brahe ist auch der erste seit Hipparch, der eine Berichtigung sämtlicher Elemente unternahm und durchführte; er hat 777 Sterne mit Sorgfalt und einer mindestens sechsmal so großen Genauigkeit als Hipparch beobachtet. In Prag fand der große Meister seinen noch größeren Schüler, Johannes Kepler (1571 bis 1630). Dieser benutzte Brahes und seine eigenen Beobachtungen zur Bestimmung der wahren Gestalt der Planetenbahnen und fand mit Hilfe der am Mars angestellten Beobachtungen die drei nach ihm benannten Gesetze der Planetenbewegung, von denen er die beiden ersten in seinem Hauptwerk: „*Astronomia nova de motibus stellae Martis*" (Heidelb. 1609), das dritte 9 Jahre später in der „*Harmonices mundi*" veröffentlichte. Die von ihm bearbeiteten Rudolfinischen Tafeln übertrafen alle früheren erheblich an Genauigkeit. Die 1608 in Holland von Hans Lippershey zu Middelburg gemachte Erfindung des Fernrohrs fand schnelle Verbreitung, und die wichtigsten Entdeckungen am Himmel folgten nun rasch aufeinander. Galilei und Simon Marius entdeckten die Jupitertrabanten, Fabricius und Scheiner die Sonnenflecke, Galilei die Sichelgestalten der Venus und die ersten Spuren des Saturnringes, die Ringgebirge des Mondes u. a. In wenigen Jahrzehnten hatten sich die Objekte der Astronomie nach allen Seiten hin mehr als verdoppelt, und diese Entdeckungen, namentlich der Anblick des Jupiter mit seinen Monden, der ein Bild des Sonnensystems im kleinen darbot, dienten wesentlich zur Stütze des kopernikanischen Systems. Galilei (1564 bis 1642) war einer der unermüdlichsten Beobachter, schlug zuerst die Trabanten des Jupiter zu Längenbestimmungen vor, beobachtete und beschrieb drei Kometen und entdeckte 1637 die Libration des Mondes. René Descartes (Cartesius, 1596 bis 1650) versuchte, die Natur und Bewegung der Himmelskörper durch seine Wirbeltheorie zu erklären, wichtiger sind seine Arbeiten über Strahlenbrechung und Reflexion sowie über Fern- und Vergrößerungsgläser. Schon in Galileis Zeit fallen die ersten Versuche, die Mondoberfläche darzustellen: Galilei selbst, Scheiner, Rheita versuchten sich darin ohne sonderlichen Erfolg. Hevel in Danzig brachte 1647 das erste Mondbild zu stande. Riccioli, der Verfasser eines neuen „Almagest", gab wenige Jahre später eine neue, von Grimaldi gezeichnete Mondkarte heraus, auf der er die noch jetzt übliche Bezeichnung der Krater nach den Namen berühmter Männer einführte.

In die zweite Hälfte des 17. Jahrhunderts fallen die Entdeckung der Geschwindigkeit des Lichts durch Olaf Römer (1675), die Wahrnehmung und Erklärung der Abnahme der Länge des Sekundenpendels mit abnehmender

geographischer Breite durch Richer; die wichtigen Arbeiten des älteren Cassini an der 1667 erbauten Pariser Sternwarte, der mit seinen bis über 62 m langen Fernrohren hauptsächlich die Planetenoberflächen untersuchte, ihre Flecke, ihre Rotationszeit, Abplattung etc. bestimmte, den achten, fünften, dritten und vierten Saturntrabanten sowie die genauere Form des Librationsgesetzes entdeckte; ferner die Entdeckung der wahren Gestalt des Saturnringes und des sechsten Saturntrabanten durch Huygens; die Erkennung der wahren Gestalt der Kometenbahnen durch Dörfel; endlich die größte aller physischen Entdeckungen: das Newtonsche Gravitationsgesetz. Der Entdeckung dieses Gesetzes war bereits mehrfach vorgearbeitet. So suchte Borelli in seiner „Theorie der Mediceischen Planeten" (Flor. 1666) die Bewegungen der Himmelskörper von der gegenseitigen Anziehung abzuleiten und verglich diese Anziehung mit der des Magnets. In England hatte schon zu Anfang des 17. Jahrhunderts Gilbert an die gegenseitige Anziehung des Mondes und der Erde, der Planeten und der Sonne etc. geglaubt und diese Ansicht in der Schrift „*De mundo nostro sublunari philosophia nova*" (1651) ausgesprochen. Auch Kepler hatte schon ziemlich richtige Ansichten von der Anziehung der Himmelskörper. Als ein rein mechanisches Problem faßten dieselbe zuerst Wren und Hooke auf, Newtons ältere Zeitgenossen. Newton aber wies mit Zahlen nach, daß die irdische Schwerkraft, wenn sie im umgekehrten Verhältnis des Quadrats der Entfernung abnimmt, gerade ausreicht, den Mond in seiner Bahn zu erhalten. Er versuchte diesen Nachweis schon 1666, scheiterte aber an der ungenauen Kenntnis des Erdradius. Erst als er 1682 den genaueren, aus der Picardschen Gradmessung abgeleiteten Wert dieser Größe erfuhr, ergab sich die gewünschte Übereinstimmung. Dann aber verstand es Newton meisterhaft, aus diesem Gesetz die Gesetze der Planetenbewegung abzuleiten, wobei sich die Keplerschen Gesetze als notwendige Konsequenzen des Gravitationsgesetzes ergaben. Vergl. sein Werk „*Philosophiae naturalis Principia mathematica*" (1686). Außerdem verdienen aber auch noch andere Arbeiten Newtons eine ausgezeichnete Stelle in der Geschichte der Astronomie, wie seine Theorie des Lichts, seine Verbesserung der Teleskope etc. Newton war nicht selbst Beobachter, aber Zeitgenosse des großen Astronomen Flamsteed (1646 bis 1719), des ersten Astronomen an der 1675 erbauten Sternwarte in Greenwich. Dessen Nachfolger, Halley (1656 bis 1742), beobachtete 1676 auf St. Helena den südlichen Himmel und veröffentlichte 1679 ein Verzeichnis südlicher Sterne, erkannte die Periodizität des Kometen von 1682, der seinen Namen trägt, und bearbeitete die Theorie der Mondbewegung und ihre Benutzung zur Bestimmung der Länge auf See. Die Sternwarten von Paris und Greenwich übertrafen damals durch ihre großartige Ausrüstung und regelmäßige Tätigkeit alles, was sonst in Europa für astronomische Beobachtungen geschah. Mit Flamsteed in England und mit der Astronomenfamilie Cassini in Frankreich beginnt eine Reihe tätiger Astronomen, unter denen mehrere die Beobachtungskunst bedeutend förderten. Der beste Beobachter des 18. Jahrhunderts ist Bradley in Greenwich (1692 bis 1762), dessen Arbeiten erst im 19. Jahrhundert durch Bessel und Auwers ihre volle Verwertung erfahren haben. Er ist der Entdecker der Nutation und der Aberration. Aber auch anderwärts wurden Sternwarten, wenn auch bescheidener ausgestattet, errichtet, so 1706 in Berlin, 1725 in Petersburg, 1755 in Wien etc.

Für die beobachtende Astronomie eröffneten um die Mitte des 18. Jahrhunderts die Erfindung der achromatischen Ferngläser durch Dollond, die Vervollkommnung

der Spiegelteleskope durch William Herschel und die Vereinfachung der mechanischen Hilfsmittel eine neue Periode. Man beschränkte sich auf zwei Klassen von Instrumenten, solche, die nur in einem Vertikalkreis (Meridian) beweglich sind, und solche, die nach allen Seiten gerichtet werden können. Mit ersteren bearbeitet man die großen Sternverzeichnisse und die darauf gegründeten Sternkarten. Auch hierin waren die englischen Astronomen Vorgänger. Die berühmten Herschelschen Arbeiten können in mancher Beziehung als Fortsetzungen der Cassinischen angesehen werden, übertreffen diese aber an Genauigkeit und Ausdehnung. So entdeckte Herschel zu den fünf Cassinischen Monden des Saturn noch zwei, sah zuerst die Teilung des Ringes, bestimmte seine und des Planeten Umdrehungszeit, entdeckte 1781 den Uranus u. a. Er fand ferner gegen 700 Doppelsterne, maß sie nach ihrem gegenseitigen Abstand und Richtungswinkel und erweiterte namentlich die Kenntnis der Sternhaufen und Nebelflecke, von denen er über 2000 entdeckte (man hatte bis auf Messier nur etwa 20 gekannt, und dieser hatte sie bis auf 102 vermehrt), löste die Milchstraße und mehrere Nebelflecke in Sterne auf, untersuchte die Zahl und Verteilung der sichtbaren Fixsterne etc. Bei seinen Arbeiten unterstützte ihn seine Schwester Karoline; sein Sohn, John Herschel, revidierte die von seinem Vater entdeckten Nebel und Doppelsterne und entdeckte selbst viele neue, namentlich am südlichen Himmel, während seines Aufenthalts am Kap der Guten Hoffnung. In Frankreich hatte Clairaut zuerst die ungeheure Arbeit, die Wiederkehr eines Kometen (des Halleyschen) mit Berücksichtigung der Jupiter- und Saturnstörungen vorauszuberechnen, glücklich gelöst; Messier entdeckte nicht weniger als 19 Kometen. Lagrange (1736 bis 1813) und Laplace (der Verfasser der *„Mécanique céleste"*, 1749 bis 1827) machten die Analysis zur Lösung der schwierigsten Probleme geschickt, während Lalande genaue Ortsbestimmungen von über 47 000 Sternen lieferte. Die Franzosen bestimmten auch zuerst durch Gradmessungen die Figur der Erde. Die Bestimmung der Sonnenparallaxe aus den Beobachtungen der Venusdurchgänge 1761 und 1769 ist ein Resultat des Zusammenwirkens fast aller zivilisierten Nationen Europas, nachdem Halley zuerst auf dieses Hilfsmittel aufmerksam gemacht hatte. — In Deutschland erwarb sich Tobias Mayer (1723 bis 62) durch seine Fixsternbeobachtungen wie durch seine Mondtafeln großes Verdienst; auch der größte Analytiker seiner Zeit, Leonhard Euler, gehört wesentlich Deutschland an. Bode (1747 bis 1826) hat durch seine Sternverzeichnisse und Sternkarten, vor allem jedoch durch seine Ephemeriden der Wissenschaft viel genützt, und besonders Olbers (1758 bis 1840) durch seine strenge und jetzt noch allgemein angewendete Methode der Bestimmung von Kometenbahnen.

Die erste Nacht des 19. Jahrhunderts ist durch die Entdeckung eines neuen Planeten, des Ceres, durch Piazzi bezeichnet, und es wurden nun bis 1807 noch drei andere Planetoiden entdeckt. Bessel regte die Herstellung genauer Sternkarten an, welche die Unterscheidung der Planetoiden von den lichtschwachen Fixsternen ermöglichten, und mit Hilfe solcher Karten wurden seit 1845 mehr als 450 weitere kleine Planeten entdeckt. Die Entdeckung der kleinen Planeten gab weiter Anlaß zu einer bedeutenden Entwicklung der theoretischen Astronomie. Gauß entwickelte in seiner *„Theoria motus"* die Methoden der Bahnbestimmung der Planeten, Laplace, Lagrange, Encke, Hansen und in neuester Zeit namentlich Gyldén entwickelten und vervollkommneten die Methoden der Mechanik des Himmels, der Störungsrechnung. Den größten

Triumph feierte die theoretische Astronomie durch die auf Grund von Leverriers Untersuchung der Störungen des Uranus erfolgte Entdeckung des Neptun, der am 23. September 1846 von Galle an dem von Leverrier bezeichneten Orte des Himmels aufgefunden ward. Zu den hervorragendsten Leistungen der neueren Zeit auf dem Gebiete der beobachtenden Astronomie gehört die von Argelander, Schönfeld und Krüger durchgeführte „Bonner Durchmusterung", welche die Größen und genäherten Positionen aller Sterne bis zur 9,5. Größenklasse zwischen dem Nordpol und 23° südlicher Deklination nach Beobachtungen auf der Bonner Sternwarte angiebt und in einen Atlas verzeichnet. Bis zum Südpol ist dieselbe von Gould und Thome in Cordoba (Argentinien) und Gill am Kap der Guten Hoffnung fortgesetzt worden.

Kleine Mitteilungen.

Ein Nebelhaufen im Sternbilde „Haar der Berenike" bildet den Gegenstand eingehender Untersuchungen über Zahl, Größe, Helligkeit und Aussehen der daselbst photographisch von Herrn Prof. M. Wolf in Heidelberg aufgefundenen Einzelnebel. An dieser im ersten Bande der „Publikationen des Astrophysikalischen Observatoriums Königstuhl-Heidelberg" veröffentlichten Arbeit erkennt man aufs klarste den Nutzen der Himmelsphotographie. Auf einem Gebiete von dreißig Quadratgraden (dem 1400. Teile der ganzen Himmelsfläche), auf dem bisher nur etwa 80 Nebel bekannt waren, zeigt eine am großen Heidelberger Bruce-Teleskop erhaltene Aufnahme nicht weniger als 1728 deutliche Nebel. Die Natur dieser Objekte ist durch Vergleichung mehrerer Aufnahmen sichergestellt worden. Wenn auch diese Prüfung recht mühevoll war — in Zukunft wird der Zeiß-Pulfrichsche Stereokomparator diese Arbeit außerordentlich abzukürzen gestatten —, so muß man doch bedenken, daß eine direkte Aufsuchung und Prüfung einer solchen Menge von kleinen Nebeln, die nur mit Hilfe großer, schwer zu handhabender Fernrohre geschehen könnte, noch viel mühsamer wäre, daß sie viele Dutzende klarer Nächte erforderte, die sich erst im Laufe von Monaten, wenn nicht — bei unserm ungünstigen Klima — im Laufe mehrerer Jahre zusammenbringen lassen könnten. Ebenso verhält es sich mit der Messung der Positionen, die viel bequemer mit einem Meßapparat an der photographischen Platte vorzunehmen ist als am großen Fernrohre, in dem man nur selten ruhige Bilder der zu messenden Objekte vor sich hat. Herr Prof. Wolf hat die Absicht, noch etwa dreißig andere ausgewählte Gegenden an den verschiedensten Stellen des nördlichen Himmels photographisch auf Nebel zu durchforschen, ein Plan, der eben nur auf diesem Wege in nicht zu langer Zeit ausgeführt werden kann. Es ist nicht zu vergessen, daß in diesem Plan das Heidelberger Astrophysikalische Observatorium ganz auf sich selbst und seine verhältnismäßig recht beschränkten Mittel angewiesen ist. Herr Prof. Wolf hat daher auch davon absehen müssen, die Positionen der Nebel mit der äußerst erreichbaren Genauigkeit abzuleiten, er beschränkt diese Angaben auf die Bogensekunde — sicherer fallen die Nebelörter ja auch bei direkter Beobachtung nicht aus, und wo in einem besonderen Falle einmal eine schärfere Messung erwünscht erscheint, kann sie an der aufbewahrten Originalplatte jederzeit nachgeholt werden.

Die von Herrn Prof. Wolf begonnene systematische Nebelforschung wird wahrscheinlich auf den ausgewählten 33 Regionen mehr Nebel zu Tage fördern, als jetzt am ganzen Himmel gezählt sind, auch wenn jede solche Region durchschnittlich nur ein Fünftel des Nebelreichtums aufweisen wird, den die erste Aufnahme darbietet. Auch auf dieser findet man die Nebel ganz ungleichmäßig verteilt. Drei Viertel der Platte enthalten, bald etwas dichter, bald dünner gesät, 880 Nebel, während auf einem nur sieben Quadratgrade umfassenden Gebiete die übrigen 850 Nebel sich gegen ein Zentrum so zusammendrängen, daß hier an der dichtesten Stelle 127 Nebel auf einer Fläche stehen, die nicht größer ist als die Vollmondscheibe. Auf die fünffache Mondfläche, d. h. auf etwa einen Quadratgrad kommen beim Zentrum dieser Gruppe über 300 Nebel.

Die Fläche, auf der diese 300 innersten Nebel stehen, ist länglich geformt, $1^1/_2$ Grad lang und halb so breit. Der längere Durchmesser liegt in der Richtung von Ostnordost gegen Westsüdwest. Eine ähnliche, längliche Form, die mit der Gestalt des Andromedanebels vergleichbar ist, zeigen verhältnismäßig viele der Einzelnebel in dieser Gruppe. Herr Prof. Wolf hat diese Form bei 334 Nebeln notiert. Merkwürdigerweise ist die überwiegende Mehrheit dieser Objekte von Andromeda-

nebelform ähnlich orientiert wie das Zentrum der Nebelgruppe, indem in 180 Fällen die Richtungen der Einzelnebel sich der Richtung der Mittelgruppe innerhalb von 30° anschmiegen. Auf die senkrecht dazu verlaufende Richtung kommen, ebenfalls innerhalb von 30° beiderseits derselben, insgesamt nur 50 Nebelrichtungen. Die Übereinstimmung der Richtung ist am häufigsten eben bei der Mittelpartie der Nebelgruppe.

Ein großer Teil der Nebel ist rund mit zentraler Verdichtung, von der zuweilen gewundene oder spiralförmige Schwingen ausgehen; andere, kernlose, runde Nebel, sind den planetarischen beizurechnen. Die Durchmesser der meisten Nebel erreichen noch nicht eine halbe Bogenminute, manche sogar nur wenige Sekunden, doch kommen auch Nebel mit Durchmessern von mehreren Minuten vor, besonders unter den unregelmäßig gestalteten. Nicht selten ziehen sich über Nebel oder Sterne oder über beiderlei Objekte dünne, fadenförmige Streifen hin, die sich weithin erstrecken und deren wahre Existenz im Raume durch ihr unverändertes Aussehen auf verschiedenen Platten gewährleistet ist. Besonders deutlich treten sie im Stereokomparator hervor, wo man sie „ganze Gegenden des Himmels wie mit einem Netzwerke überspinnen“ sieht. Für diese rätselhaften Gebilde, die vielleicht mit den in den Plejaden photographierten geradlinigen Nebelstreifen verwandt sind, hat Herr Prof. Wolf den Namen „Ketten“ eingeführt.

Die dichteste Nebelregion in dieser merkwürdigen Gruppe liegt ungefähr mitten zwischen den Sternen No. 31 und 41 des Sternbildes Coma (Rektaszension 193,4°, Dekl. + 28,7°). Dieser Ort liegt nur anderthalb Grad nordöstlich vom Nordpol der Milchstraße (nach Houzeaus Angabe). Da die Lage dieses Poles sich aus dem unregelmäßigen Verlauf der Milchstraße keineswegs scharf bestimmen läßt, begeht man keinen großen Fehler, wenn man sagt, die ganze Nebelanhäufung liege am nördlichen Milchstraßenpole, zumal da eine Reihe kleinerer Nebelgruppen mit zehn bis zwanzig Einzelnebeln auf die Vollmondfläche, zusammen etwa fünfhundert Nebel enthaltend, sich um den Houzeauschen Pol herumzieht.

Der Schwerpunkt dieser ganzen Nebelwolke wird also noch bedeutend näher an den angenommenen Ort des Milchstraßenpols fallen, als die oben geschilderte Hauptverdichtung. Ob dieses Zusammentreffen eine physische Ursache hat oder auf Zufall beruht, ist eine Frage, die vielleicht gelöst werden wird, wenn die übrigen geplanten Nebelaufnahmen gemacht und studiert sein werden. Soviel erkennt der Leser schon aus dieser kurzen Übersicht über die Ergebnisse der ersten Heidelberger Nebelforschungen, daß diese eine Fülle von Stoff zu weiteren Forschungen beibringen werden.

A. Berberich.

* * *

Zur Lehre von den Becquerelstrahlen und ihren physiologisch-pathologischen Bedeutungen veröffentlicht Herr E. S. London in der Berliner Klinischen Wochenschrift (40. Jahrg., S. 523) Untersuchungen, welche er mit „reinem“ Radiumbromid in einer Menge von 30 mg angestellt hat. Schon Herr Danysz hatte kürzlich*) mitgeteilt, daß ganz junge Ratten, denen man Radiumsalz enthaltende Röhrchen im Gebiete des Hirns und Rückenmarks unter die Haut versenkt hatte, zu Grunde gingen. Inbezug auf die Tötung von Säugetieren hat nun Herr London Versuche mit 27 erwachsenen Mäusen angestellt, von welchen 6 zur Kontrolle und 21 zum Experiment dienten. Sie wurden zu je drei oder vier in niedrigen Gläsern gehalten, die oben mit Zinknetzen verschlossen waren. Auf dem Deckel lag gewöhnlich 1 bis 3 Tage lang das in einer Schachtel aus Guttapercha und Metall, welche mit einem Glimmerdeckel verschlossen war, eingeschlossene Radium. Die Kontrolmäuse zeigten während der ganzen fünf Tage dauernden Beobachtungszeit ihre gewöhnliche Munterkeit und nahmen infolge ihrer guten Fütterung an Körpergewicht zu, wogegen die andern Mäuse sämtlich am 4. bis 5. Tage starben. Nach dem Auftreten der ersten Krankheitserscheinungen (am 3. Tage) wurde das Radium entfernt. Trotzdem zeigten sich weitere Krankheitssymptome, die sich am 4. Tage verstärkten, worauf unter Lähmungserscheinungen der Tod eintrat. In der Haut und in der Großhirnrinde zeigen sich starke mikroskopische Veränderungen.

Auch in der Menschenhaut ruft das Radium charakteristische und eigentümlich verlaufende Veränderungen, sogenannte kalte Brandschäden, hervor und unter der Einwirkung von Becquerelstrahlen färbte arterielles Blut sich dunkel.

Weiter beobachtete Herr London, daß sich mit Hilfe des Radiums im dunklen Zimmer mikroskopische Untersuchungen anstellen lassen, indem man das Gesichtsfeld nur durch einen guten Schirm zu beleuchten braucht. Auf der Fläche zerstreut erscheint Radiumpulver unter dem Mikroskop als leuchtender Körper auf dunklem Hintergrunde.

Eine sehr bemerkenswerte physiologische und physikalisch nicht leicht verständliche Erscheinung ist die Einwirkung der Radiumstrahlen auf das Auge. Alle Menschen erhalten eine Licht-

*) Comptes rendus 1903, S. 461.

empfindung im lichtgeschützten Auge, wenn man diesem Radiumbromid auf 15 bis 10 cm nähert oder es auch nur dem Schädel oder der Schläfe nähert. Da bei bestimmten Retinaerkrankungen charakteristische Lichtempfindungen auftreten, hängt diese Erscheinung wahrscheinlich von einer Retinareizung ab und ist eine Art Retinafluorescenz. Die Lichtempfindung ist so ausgeprägt, daß sie dem schwarz verbundenen und außerdem durch vier Hände verdeckten Auge gestattet, die Bewegung der Radiumschachtel in der Luft zu verfolgen. Einige der untersuchten Individuen empfanden es, wenn man einem bestimmten Punkte ihres Hinterhauptes das Radiumpräparat näherte.

Sogar bei Blinden, welche gegen Licht schwach empfindlich sind, die selbst nur den Blitz als Lichtempfindung kennen, tritt eine Lichtwahrnehmung ein, sobald ihren Augen das Radiumpräparat genähert wird. Nur solche Blinde, welche gar kein Licht fühlen, machen negative oder widersprechende Angaben.

Interessant sind die bei solchen Blinden beobachteten Tatsachen, welche sich die Fähigkeit, Licht zu empfinden und Licht von Schatten zu unterscheiden, bewahrt haben, jedoch die Formen der Gegenstände nicht auffassen können. Diese erkennen im dunklen Zimmer auf einem von Radium beleuchteten Schirm die Schattenrisse der projizierten oder darauf liegenden Gegenstände. Herr London beschreibt von zwei solchen Blinden, einem elfjährigen und einem dreizehnjährigen Knaben, die im ersten Lebensjahre das Augenlicht verloren hatten und bisher, wie sie sich selbst ausdrückten, nur mit den Händen sahen, das folgende. Die beiden Knaben blickten zum ersten Male in ihrem Leben auf den Schirm und erkannten durch Association mit den früheren Tastempfindungen Gegenstände, wie Münzen, Schlüssel, ein Kreuz, das Quadrat u. s. w. Ein Pince-nez dagegen hatte einer von ihnen niemals mit den Händen kennen gelernt, und erkannte dasselbe daher auch nicht mit den Augen. Als man ihm zwei Schirme zeigte, einen kleineren aber helleren, d. h. stärker fluorescierenden und danach einen dunkleren, schwächer fluorescierenden, aber bedeutend größeren, machte er über die relative Größe der beiden falsche Angaben; der kleinere helle Schirm erschien ihm größer als der dunklere in Wirklichkeit aber größere, da er die Größe nach dem Lichtreize schätzte.

Die Weise des Blinden, sich die optische Vorstellung zu verschaffen, ist diese: Um das Objekt des Schattens zu erkennen, führt der Blinde zunächst den Finger längs der Silhouette. Dann erinnert er sich der bereits erworbenen Tastvorstellungen und übersetzt dieselben sozusagen in die Sprache der optischen Vorstellung. Hat er einmal den Gegenstand auf dem Schirme mit den Augen erkannt, so erkennt er denselben schon jedesmal wieder, ohne zum Tastsinn seine Zuflucht zu nehmen. In ähnlicher Weise haben beide Knaben schon das ganze russische Alphabet gelernt und verstehen sogar ganze Worte zu lesen.

Herr London hat auf dieser Grundlage eine Methode ausgearbeitet, welche allen lichtempfindlichen Blinden die Möglichkeit gewährt, das Schreiben, Zeichnen u. s. w. zu erlernen. Dazu dient eine Radiumschachtel, welche man in einem ganz dunklen Zimmer an der hinteren Seite des fluorescierenden Schirms führt.

Eine allgemeine Erwägung ist im Anschluß hieran angebracht. Die experimentelle Naturwissenschaft wird vielfach von Laien und Gelehrten wegen ihrer zu sehr ins Detail gehenden Spezialforschung angefeindet. Was aber eine spezielle Forschung leisten kann, erkennt man so recht wieder aus den Erfolgen der neuen Radiumforschung. Ebensowenig wie ein Laie einsieht, was man mit den ganz abstrakten Methoden der höheren Mathematik anfangen kann und sich nicht denken kann, welche Anwendung dieselben auf praktische Fragen im wissenschaftlichen, technischen und neuerdings mehr und mehr im allgemeinen Leben — ich erinnere nur an das ganze ungeheuere Gebiet der Versicherungstechnik — gewinnen können, ebensowenig vermag er auch den Wert experimenteller und theoretischer Naturspezialforschung zu übersehen. Die ganze jetzt im wissenschaftlichen und besonders im medizinischen Leben so hervorragende, frucht- und segenbringende Röntgentechnik, die vielleicht nur wenige überhaupt geahnt haben und ahnen konnten, ist auf dem Boden einer in ganz spezieller Forschung festgestellten Tatsache erwachsen. Hoffen wir, daß die neue Radiumforschung in ähnlicher Weise wie die Röntgenforschung zum Nutzen aller unserer sonst von der Natur auf irgend eine Weise stiefmütterlich behandelten Mitmenschen und damit zum Heile der Menschheit ausschlagen werde.

Linke.

* * *

Über die bakterientötende Wirkung der Radiumstrahlen veröffentlichen Prof. Pfeiffer und Dr. Friedberger in der „Berl. Klin. Wochenschrift" interessante Versuche. Sie stellten zunächst in der Dunkelkammer 25 mg Radiumbromid 6 bis 10 cm vor der Schichtseite mit Typhus- oder Cholerabakterien reichlich besäter Gelatineplatten auf. Die Platten wurden ca. 24 Stunden bestrahlt, ohne daß sich eine Wirkung zeigte. Als dagegen zwischen Radium und Gelatine ca. 1 cm Zwischenraum gelassen wurde, trat die bakterienvernichtende Wirkung klar zu Tage. So zeigte

eine dicht besäte Typhusplatte, die 48 Stunden bestrahlt worden war, an der von der Strahlung betroffenen Stelle schon durch ihr glashelles Aussehen gegenüber den durch intensives Typhuswachstum stark getrübten Partien der Platte die Wirkung der Strahlen. Diese offenbarte sich auch dadurch, daß an der Peripherie dieses Feldes die Bakterienkolonien allmählich in den Schwarm der Kolonieen übergingen, welche den unbestrahlten Teil der Platte erfüllten. Es trat also über das bestrahlte Feld keine Weiterverbreitung der Bakterien auf. Um zu ersehen, ob die Strahlen den Nährboden für das Wachstum der Bazillen ungeeignet gemacht hatten oder nur die Bakterien beeinflussten, wurden Striche mit einer mit Typhus infizierten Platinnadel über die bestrahlt gewesene und steril gebliebene Zone der Platte gemacht, und schon nach 20 Stunden war üppiges Wachstum von Typhus eingetreten. Dies bewies, daß nicht die Substanz des Nährbodens selbst, sondern die in ihm enthaltenen Bakterien durch die Radiumstrahlen beeinflusst waren.

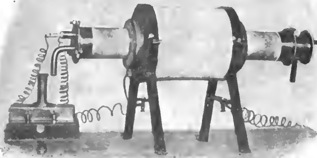
Eine sechzehustündige Bestrahlung verhinderte bei Cholerakeimen das Wachstum in der bestrahlten Zone bereits vollständig. — Milzbrandsporen an Seidenfäden eingetrocknet, wurden erst nach dreitägiger Bestrahlung abgetötet.

Auf Grund dieser Versuche dürfte sich die Aussicht eröffnen, diese Strahlen vor allem bei Infektionsprozessen der Haut (Lupus etc.) zu therapeutischen Zwecken verwenden zu können, wenn nicht Praxis und Tierexperiment lehren werden, daß die bereits früher festgestellte schädigende Wirkung der Radiumstrahlen auf die Gewebszellen ihre diesbezügliche Verwendung verhindert.

F. S. Archenhold.

* * *

Elektrisch geheizte Laboratoriumsöfen für hohe Temperaturen von W. C. Heraeus-Hanau. Bekanntlich bietet der elektrische Strom, wenn man ihn durch eine um Hohlkörper gelegte Spirale aus Platindraht schickt, ein bequemes Mittel zur Erzeugung von hohen Temperaturen bis zu 1500° C. Leider haben nun bei den hohen Temperaturen die Platinspiralen eine geringe Lebensdauer, wenn man nicht sehr dicken Draht verwendet, was sich meist durch die zu hohen Kosten, wie auch durch die erforderliche zu große Stromstärke verbietet. Die Platindrähte berühren nicht an allen Stellen die Heizröhren und erwärmen sich dadurch ungleichmäßig.



Holborn-Wien'sches Pyrometer. Heraeus'scher Ofen.

Durch eine große Reihe von Versuchen im Heraeus'schen Laboratorium hat sich gezeigt, daß dünnes Platinblech statt des Drahtes für den vorliegenden Zweck am besten geeignet ist. Solche Folie ist dünn genug, um sich der Oberfläche des beheizten Körpers innig anzuschmiegen und doch noch fest genug, um sich als Spirale in langen Streifen um Porzellanrohre und dergl. wickeln zu lassen. Infolge des festen Anliegens der Spirale wird die durch den elektrischen Strom entwickelte Wärme fast gänzlich sofort an das Rohr abgegeben. Dadurch, daß diese Platinfolie nur den sechsten Teil der bisher verwandten Platindrähte wiegt, stellt sich solch ein neuer Ofen ganz erheblich billiger. Diese Öfen weisen aber außerdem noch mancherlei Vorzüge auf. Hierhin gehört die über die ganze Oberfläche der Rohre gleichmäßig verteilte Erhitzung, die Möglichkeit, sehr hohe Temperaturen zu erzielen und das außerordentlich schnelle Ansprechen beim Regulieren mittels

Vorschaltwiderstandes. Ein Röhrenofen von etwa 25 mm Rohrweite läßt sich in etwa 5 Minuten auf 1400° bringen, ohne daß das Rohr dabei Schaden leidet; es konnten in einem solchen Temperaturen von über 1700° erreicht werden, ohne daß die Heizfolie durchgeschmolzen wäre.

Die Temperatur läßt sich in einfacher Weise mit Hilfe des Holborn-Wienschen Pyrometers genau messen, welches bei unserer Abbildung in Verbindung mit einem Heraeusschen Ofen von 60 cm Rohrlänge dargestellt ist.

Die Gleichmäßigkeit der Temperatur innerhalb der Rohre und die oben erwähnten Vorteile lassen eine weitgehende Verwendung dieser Öfen, die in den verschiedensten Spezialkonstruktionen als Horizontal-, Vertikal- oder modifizierte Holborn-Öfen fabriziert werden, in wissenschaftlichen Laboratorien und auch für manche technischen Zwecke erwarten. F. S. Archenhold.

* * *

F. F. A. Schulzes Parabolspiegel. Bei der großen Bedeutung, welche die Telegraphie und Telephonie ohne Draht und die vielseitige Verwendung der Selenzelle in der Physik und Astronomie jetzt erlangt hat, dürfte es unsere Leser interessieren, daß die bei diesen Experimenten zu verwendenden Parabolspiegel von der Firma F. F. A. Schulze, Berlin N. 28, Fehrbelliner Str. 47/48 (Mitglied des Vereins von Freunden der Treptow-Sternwarte) fabriziert werden. — Ein diesbezüglicher Prospekt hat der letzten Nummer des „Weltalls" beigelegen. Ferner verweisen wir darauf, daß die Parabolspiegel auch vielfache Verwendung finden zu Signalzwecken, sowie zur Beleuchtung von Straßen, Plätzen, Theatern, Schaufenstern, Gemäldeausstellungen, Bahnhöfen, Bahnhofsuhren, Gasanstalten, Pulverfabriken, Leuchttürmen, Leuchtschiffen, Lokomotiven und Eisenbahnwagen.

* * *

Die Kometen-Medaille der „Astronomical society of pacific" in San Franzisko ist für dieses Jahr dem Astronomen Michel Giacobini in Nizza für die Entdeckung zweier neuer Kometen 1902d *) und 1903a **) zugesprochen worden.

Bücherschau.

Jos. Niessen, „Der Weltbau und sein Meister". Regensburg, Verlagsanstalt vorm. G. J. Manz.

Aus der in obigem Verlage erscheinenden „Naturwissenschaftlichen Jugend- und Volksbibliothek", welche sich zur Aufgabe setzt, die naturwissenschaftlichen Tatsachen so vorzutragen, daß die christliche Weltanschauung durch sie nicht gefährdet werde, liegt uns das 1. Bändchen vor, welches nach einer in Form einer anziehenden Plauderei geschriebenen Einleitung in folgende Abteilungen zerfällt: 1. die Weltbühne, 2. die Naturkräfte, 3. das Naturleben. Diese werden wieder in einzelne Kapitel geteilt und in interessanter Weise behandelt. Die Darstellung ist durch zahlreiche poetische Stellen belebt und das Bändchen mit 11 Illustrationen ausgestattet.

* * *

Professor Dr. A. Hoffmann, „Mathematische Geographie". Ein Leitfaden zunächst für die oberen Klassen höherer Lehranstalten. Fünfte verbesserte Auflage, bearbeitet von J. Plassmann. Mit 50 in den Text gedruckten Figuren und einer großen Sternkarte. Paderborn, Ferdinand Schöningh. 1903.

Der ursprüngliche Verfasser hat bei der Begründung der Gesetze die Kenntnisse der Schüler der oberen Klassen höherer Lehranstalten vorausgesetzt, aber auch für die Unterrichtsstufen, auf denen der mathematische Unterricht noch nicht so weit vorgeschritten ist, den Gebrauch des Buches dadurch ermöglicht, daß alles Mathematische durch kleineren Druck gekennzeichnet ist. Eine dem Buche beigegebene sehr schöne Sternkarte gestattet dem Schüler, sich mit den wichtigsten, im mittleren Europa sichtbaren Sternen bekannt zu machen. Schon der Name des neuen Herausgebers, J. Plassmann, bürgt dafür, daß die neuesten Forschungen bei der Umarbeitung berücksichtigt worden sind; so ist z. B. der alte Wert der Sonnenparallaxe 8",85 ersetzt worden durch den neueren 8",80. Bei einer Neuauflage wäre es zweckmäßig, die ungebräuchliche Schreibweise „Juppiter" in „Jupiter" zu ändern.

Sicherlich wird das Büchlein in der neuen Gestalt sich viele neue Freunde erwerben und die empfänglichen Gemüter der Jugend mit Begeisterung für die Himmelskunde erfüllen.

F. S. Archenhold.

*) Siehe „Weltall" Jahrg. 3, S. 78. — **) Siehe „Weltall" Jahrg. 3, S. 116.

Für die Schriftleitung verantwortlich: F. S. Archenhold, Treptow-Berlin; für den Inseratenteil: C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin W.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.



Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.

Merkwürdige atmosphärische Strahlenbrechung.

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

3. Jahrgang. Heft 21 und 22.

Herausgegeben von
F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte.
Verlag von C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin.

1903 August 1. nnd 15.

Diese Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. — Abonnementspreis vierteljährlich Mark 2.— (Ausland Mark 2.50), einzelne Nummer 50 Pfg. franko durch den Verlag, Berlin W. 35, Schöneberger Ufer 43, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungspreisliste 8344).

INHALT.

Ein Beitrag zur Reform des Gregorianischen Kalenders.

Von Ludwig Günther-Fürstenwalde.

Der Kalender ist im Laufe der Zeiten im wesentlichen zweimal umgestaltet worden: einmal durch Julius Cäsar im Jahre 45 ante Christi und zuletzt durch Gregor XIII. im Jahre 1582*). Diese Reformen, die ich als bekannt voraussetzen darf, zielten darauf hin, das Mißverhältnis zwischen Natur und Kalender aufzuheben, und in der Tat steht unser jetziger, sogen. gregorianischer, Kalender mit dem Lauf der Sonne in so genauem Einklang, daß in den nächsten Jahrhunderten Abweichungen zwischen der irdischen und himmlischen Zeitrechnung kaum merkbar sein werden; er ist nun auch von allen Kulturstaaten, mit Ausnahme von Rußland und Griechenland, angenommen worden.

Indessen gibt es noch eine ganze Reihe von Unregelmäßigkeiten und Unvollkommenheiten in diesem Kalender, die sich wie eine ewige Krankheit von Geschlecht zu Geschlechte geschleppt hat: das Fortrücken der Wochentage unter den Daten, die ungleichen Monate, die Beweglichkeit der meisten christlichen Feste, die falschen Namen der letzten 4 Monate im Jahr und viele andere sich daraus ergebende Unzulänglichkeiten. Diese unhaltbaren Zustände möglichst auszugleichen, ist denn auch schon angestrebt, und es sind sehr schätzenswerte Vorschläge, u. a. von Grosclaude in Genf und Gaston Armelin gemacht worden; der des letzteren ist sogar mit dem für eine in Rede stehende Reform von französischer Seite im Jahre 1888 ausgesetzten Preis von 5000 Frcs. ausgezeichnet worden, wenngleich die Reform Armelins in ihren Grundzügen bereits 1835 in einem Buche des Abbé Mastrosini vorgeschlagen worden war.

*) Vergleiche: „Auf den Frühlingspfaden unseres Kalenders“, „Weltall“, Jahrg. 3, S. 225.

Zu den Samenkörnern, die in diesem Sinne zu recht baldiger, gewinnbringender Ernte bereits ausgestreut sind, ein, wie ich hoffe, keimfähiges Körnchen beizutragen, ist der Zweck nachfolgender Zeilen.

Das größte Übel in unserm Kalender, das viele andre im Gefolge hat, ist der jahraus, jahrein fortlaufende Wechsel der Wochentage mit den Daten, und die vorhin besprochenen Vorschläge suchten denn auch in erster Linie diesem abzuhelfen.

Die Ursache liegt bekanntlich in dem an sich einfachen Umstande, daß die Zahl der Tage im Jahr (365) nicht durch die Zahl der Tage der Woche (7) ohne Rest teilbar ist: das Jahr hat leider 52 Wochen und einen Tag. Hätte das Jahr 364 Tage, so würden darin genau 52 Wochen sein, und es liegt sofort klar auf der Hand, daß dadurch das Kalendarium bedeutend vereinfacht werden könnte. Nicht freilich so klar liegt es, wie diesen einen Tag beseitigen! Die Zeiten der verzweifelten Kämpfer zu Gibeon sind vorüber, die Erde geht ihren alten, schiefen Gang ruhig weiter, unbekümmert um die speziellen Wünsche ihrer Bewohner und ob es in ihren Kram paßt oder nicht. Also einfach wegstreichen, à la Ludwig XI. sans façon, kann man den Tag nicht.

Da ist nun der einzig annehmbare Vorschlag gemacht worden, diesem im Wege stehenden Tag eine Sonderstellung im Jahr anzuweisen, so zwar, daß er weder als Datum, noch als Wochentag gezählt wird, sondern nur einfach als Tag im Jahr figuriert. So paradox das auch beim ersten Anblick erscheinen mag, so erkennt man bei näherer Betrachtung die überwiegenden Vorteile dieses Verfahrens. Die dann verbleibenden 364 Tage nämlich sind sowohl durch 7, als auch durch 4 und 2 ohne Rest teilbar, man kann also das Jahr einteilen in 52 ganze Wochen, und daraus folgt, daß jedes neue Jahr mit demselben Wochentag beginnen und endigen muß, wie das abgelaufene, oder allgemein: daß die einzelnen Monatstage (Daten) in jedem Jahr auf denselben Wochentag fallen. Ferner kann man das Jahr in 4 ganz gleiche Abschnitte teilen, für welche ich die, für einige Gegenden schon jetzt übliche, Bezeichnung Quartale vorschlage, und zwar geht das erste Quartal — Osterquartal — vom 1. Januar bis 31. März, das zweite — Johanniquartal — vom 1. April bis 31. Juni, das dritte — Michaeliquartal — vom 1. Juli bis 31. September und das vierte — Weihnachtsquartal — vom 1. Oktober bis 31. Dezember; alle Quartale sind gleichmäßig, nominell 91 Tage lang.

Die hieraus folgenden großen Vorteile entschuldigen allein schon die kleine — offen gestanden — Mogelei, die man sich mit dem unbequemen Übertag erlaubt.

Es ist nun die Frage, wo soll man diesen vogelfreien Tag einschalten und mit welchem Wochentag soll man das Jahr beginnen, um die vollkommenste Harmonie zu erzielen und zugleich die althergebrachte und uns geläufig gewordene Nomenklatur unsers Kalenders tunlichst zu wahren?

Hier sind nun die Meinungen sehr verschieden: die einen wollen ihn als ersten, die andern als letzten Tag des Jahres wissen, nach einigen soll das Jahr mit einem Montag beginnen, andere wollen es bei dem Tage belassen, der bei der Einführung gerade dominiert u. s. w.

Alles dies ist nicht zutreffend, weil die Schwierigkeiten der mannigfaltigen Wechsel, die sich daraus ergeben, größer wären, als die Vorteile. Ich gehe von dem Grundsatze aus, möglichst viel so zu belassen, wie es jetzt ist, und da komme ich zu dem Resultat, daß der renitente Tag zwischen dem Juni und Juli,

mit der Zugehörigkeit zum letzteren, eingestellt und das Jahr mit einem Sonntag — als Anfangstag der Woche — begonnen werden müßte. Einfügend will ich hier gleich erwähnen, daß der schlechthin alle 4 Jahre auftauchende Schalttag ein Bruder des eben erwähnten Überzähligen ist und demzufolge auch als solcher behandelt werden muß; seine Stellung würde er am besten am Ende des Monats Februar erhalten, was ich weiter unten noch näher begründen werde.

Die numerische Gleichheit der Monate kann leider nicht aufrecht erhalten werden, weil selbst die Zahl 364 nicht durch 3, oder ein Multiplex davon, ohne Rest teilbar ist; es ist eben nichts vollkommen auf der Welt und so muß auch der Reformkalender mit dieser kleinen, übrigens ganz unwesentlichen, Unvollkommenheit behaftet bleiben. Die Monate müssen also bezüglich der Anzahl der Tage alterieren, und zwar kommt man am besten aus, wenn man, mit der Zahl 30 im Januar beginnend, ihnen immer 30, 30, 31; 30, 30, 31 u. s. w. Tage zuerteilt. Dann erhält der Dezember 31, wodurch die Ordnung der Festtage am Jahresschluß bestehen bleiben könnte, was nicht der Fall wäre, wenn man die noch sonst möglichen Ordnungen 31, 30, 30 oder 30, 31, 30 bilden wollte, da dann bei Sylvester, den wir gewohnt sind, 6 Tage nach Weihnacht zu begehen, ein Wechsel eintreten würde.

Einführungsjahr für den neuen Kalender müßte ein Jahr sein, das auch jetzt mit einem Sonntag beginnt, damit sich der Übergang ohne jede Schwierigkeit vollziehen kann; solche Jahre sind 1905, 1911, 1922, 1928 u. s. w., wie man ja leicht berechnen kann.

Man erkennt in dem Tableau, (S. 264—265) sofort die Regelmäßigkeit der Anordnung: das Jahr hat 52 Wochen, die in 4 Quartale von je 13 Wochen eingeteilt sind, innerhalb welcher die beiden ersten Monate 30 und der dritte Monat 31 Tage zählt. Jedes Quartal, jedes Halbjahr (Semester) und jedes Jahr beginnt mit einem Sonntag und endigt mit einem Sonnabend, und da, wie schon gesagt, dadurch die Wochentage immer auf dasselbe Datum fallen, so kann man im Voraus den Wochentag eines jeden beliebigen Datums bestimmen, wenn man sich nur ein für alle mal merkt, daß z. B. die Sonntage eines jeden Vierteljahres in den ersten Monaten auf den 1., 8., 15., 22. und 29., in den zweiten Monaten auf den 6., 13., 20. und 27. und in den dritten Monaten auf den 4., 11., 18. und 25. fallen.

Die großen Vorteile, die aus diesem in der Tat immerwährenden Kalender für alle politischen, bürgerlichen und kirchlichen Angelegenheiten entspringen würden, liegen so eklatant zutage, daß es nicht nötig ist, spezieller darauf einzugehen.

Den eingeschobenen Tag möchte ich passend mit dem Namen „Mittjahrstag" belegen und befürworten, ihn als bürgerlichen Festtag zu behandeln, wozu er sich, als eine kleine Entschädigung, wenn man will, für die im Vergleich zur ersten Jahreshälfte stiefmütterlich, in Bezug auf Festtage, behandelte zweite Jahreshälfte, wohl eignet. Will man romantisch sein — und das wäre vielleicht ganz gut und nicht zu verwerfen in unsrer schnellebigen, fast jeder poetischen Gefühlsregung baren Zeit —, so könnte man mit diesem Tag den Johanniszauber wieder aufleben lassen, das Fest, dessen Gebräuche und Überlieferungen einstmals, wie zum Teil noch heute in einigen Gegenden, gepflegt und heilig gehalten wurden.

Wie schon vorhin erwähnt, kommt in den Schaltjahren noch ein Übertag hinzu. Es wird fast allgemein angenommen, daß der Schalttag in dem jetzigen Kalender am Ende des Februar als ein 29. angehängt wird. Dem ist nicht so, der

eigentliche eingefügte Tag ist garnicht der 29., sondern nach ererbtem Gesetz und Recht der 24. Es ist das auch noch ein Stück grauesten Altertums in unserm Kalender, so alt, daß man getrost sagen kann, es ist beinahe nicht mehr wahr und keinen Fehler begeht, wenn man den Schalttag auf den letzten des Monats festsetzt, zumal bei unserm Reformkalender, da er ja darin als ein sehr genügsamer Herr auftritt, der weder Datum noch Wochentag beansprucht, sondern mit seinem einfachen Namen „Schalttag" zufrieden ist. Durch das Beibehalten des Schalttages am Ende des Monats Februar auch im Reformkalender wird nicht allein eine eingebürgerte Gewohnheit gewahrt, sondern es wird dadurch auch erreicht, daß wenigstens alle 4 Jahre das erste Semester (2 Quartale) mit dem zweiten auch numerisch gleich ist: beide 183 Tage.

Der gewissenhafte Kalendermann muß nun noch ein, wie er sich nicht verhehlt, etwas heikles Gebiet betreten, nämlich das der sogenannten wandernden Feste oder allgemein, das des kirchlichen Kalenders. Es wird wohl von keiner Seite im Ernste bestritten werden können, daß die alljährliche Verschiebung der Osterfeier und der damit zusammenhängenden kirchlichen Feste und bürgerlichen Veranstaltungen eine große Unbequemlichkeit in sich schließt. Wenn trotzdem durch Jahrtausende bis auf den heutigen Tag daran festgehalten wurde, so ist es wohl gerechtfertigt, etwas näher auf den Grund dafür einzugehen, bevor man den Vorschlag, auch hierin Wandel eintreten zu lassen, macht.

Der Vorläufer unseres Osterfestes ist das Passah. Dieses jüdische Fest wurde und wird heute noch an dem 14., 15. und folgenden Tagen des beiläufig nach dem Neumonde nach der Frühlingsnachtgleiche anhebenden Monats Nisan gefeiert, so daß die Feier auf den Vollmond nach Frühlingsanfang fallen mußte. Die christliche Kirche behielt für ihr Osterfest den Frühlingsnachtgleichentag (am oder um den 21. März) bei, setzte aber die Feier auf einen Sonntag, um hierbei das Zusammentreffen mit dem jüdischen Feste zu vermeiden. Hiernach wurde der Tradition*) zufolge auf dem Konzil zu Nicäa, 325 post Christ., verordnet, Ostern an demjenigen Sonntage, welcher dem auf den oder zunächst nach dem Frühlingsnachtgleichentag fallenden Vollmonde folgen werde, zu feiern, und wenn dieser Vollmond auf einen Sonntag selbst träfe, am Sonntage nachher. Die Absicht, ein Zusammentreffen mit dem jüdischen Fest, das ja an einen Vollmond gebunden war, zu verhindern, wird indessen doch nicht vollständig erreicht, da sich die Berechnung weniger genau erwies, als die nach dem jüdischen Kalender**). Man sieht hieraus, in wiefern der Ostertag von der Nachtgleiche abhängt und die Berechnung desselben immermehr auf astronomische Basis gestellt wurde. Es konnte den nunmehr sich eingehender mit den astronomischen Vorgängen beschäftigenden Kalendermachern nicht entgehen, daß das Osterfest immer später nach der wirklichen Frühlingsnachtgleiche gefeiert wurde, und es entstanden eine ganze Reihe von verschiedenen Kalenderrechnungen, die zusammen mit andern Uneinigkeiten, besonders die von der orientalischen Christenheit angestrebte Beibehaltung des Passahmahles, zu dem sogenannten Osterstreit führten. Erst durch die Reform Gregors XIII. wurde

*) In den Akten des Nicäischen Konziliums findet sich nichts Bestimmtes darüber.

**) Ein Zusammentreffen der genannten Tage geschieht freilich äußerst selten, ungefähr in vierhundertjährigen Zwischenräumen, zuletzt fand es im Jahre 1528 statt und im gegenwärtigen 1903. Jahr fiel der christliche Ostertag wieder mit dem 1. Tag des jüdischen Passahfestes zusammen. Es ist interessant, zu wissen, daß Carl Fr. Gauß den jüdischen Kalender als die feinste astronomische Berechnung bezeichnete.

auch die Richtigstellung der Zeit der Nachtgleichen bewirkt und damit eine Wiederholung solcher Abweichungen vermieden.

Es gehört nicht in den Rahmen dieser Abhandlung, auf diese Punkte hier näher einzugehen, es ist aber wohl einleuchtend, daß der ursprünglich als Auferstehungstag gedachte und festgelegte Zeitpunkt durch die Stürme der Zeitrechnung sich nicht sicher wird erhalten haben.

Das ist in der gebotenen Kürze die astronomische Seite; wie steht es nun mit der religiösen?

Soweit der heutige Stand der Wissenschaft, besonders der Chronologie, es zuläßt, ist erwiesen, daß Christus am 3. April des Jahres 33, einem Freitag, gekreuzigt wurde; und danach fiele der Auferstehungstag auf Sonntag, den 5. April*). Nach den Rechnungen von Falb**) fiel nämlich der 1. Nisan dieses Jahres auf den 20. März und es sollte das Osterfest auf den 3. April treffen; da dieser aber ein Freitag war, so wurde es am folgenden Tage (Sabbath) gefeiert. Nun berichten uns die Apostel über den Leidenstag Christi u. a., daß von der 6. bis 9. Stunde eine große Finsternis über das ganze Land ward, und Lukas setzt hinzu: „und die Sonne verlor ihren Schein“. —

Daraus haben einige entnehmen wollen, daß die Finsternis durch eine Sonnenfinsternis hervorgebracht worden sei. Abgesehen davon, daß in der Nähe des jüdischen Osterfestes überhaupt keine Sonnenfinsternis eintreten kann, da dieses stets um die Zeit des Vollmondes gefeiert wird, ist auch durch astronomische Zurückrechnung festgestellt, daß in der Zeit von 26 bis 36 post Christ. nur eine einzige Sonnenfinsternis und zwar am 24. November 29 in Jerusalem sichtbar war. Falb wirft nun die Frage auf, ob nicht eine Verdunklung des Mondes gemeint sein könne, und setzt hinzu, daß in der Tat am 3. April des Jahres 33 vor 6 Uhr abends eine Mondfinsternis***) eingetreten sei und zwar

*) Daß Christus damals auch 33 Jahre alt war, wie man nach unserer bestehenden Zeitrechnung annehmen muß, ist nicht so erwiesen, vielmehr hat man nach den ausführlichen Berichten, die schon Kepler darüber aufgestellt hat, Ursache anzunehmen, daß Christus bei seinem Tode 38 Jahre zählte, daß er also schon 5 Jahre vor Beginn unserer Zeitrechnung geboren worden war. Siehe Keplers Schriften: „Bericht vom Geburtsjahr Christi“. Straßburg 1613 und *„De vero anno quo Aeternus Dei Filius“ Frankofurti MDCXIV.* Bei Frisch Vol. IV, Fol. 201 bis 368. Siehe auch die neueren Untersuchungen hierüber von Zumpt, Sepp, Rieß u. a.

**) Siehe dessen lesenswertes Buch „Sterne und Menschen“. Wien 1882. Siehe auch: G. B. Ricciolis *„Almagestum novum“* 1651, I 357 bis 361.

***) Falb gibt den Berechner dieser Mondfinsternis nicht an. Herr Professor Ginzel in Berlin hat eine in Jerusalem sichtbare Mondfinsternis berechnet, die während der Kreuzigung Christi stattgefunden haben soll. Ginzel sagt darüber in seinem „Specieller Kanon der Sonnen- und Mondfinsternisse für das Ländergebiet der klassischen Altertumswissenschaften und den Zeitraum von 900 v. Chr. bis 600 n. Chr.“ pag. 200 folgendes:

„Partielle Mondfinsternis 33 u. Chr., April 3: Bei den Erklärungsversuchen der biblischen Finsternis bei Christi Tode haben einige ältere Chronologen die Mondfinsternis nicht außer acht gelassen, die auf den 14. Nisan des Jahres 33 n. Chr. (3. April) fällt, welches Datum mit dem kirchlichen der Kreuzigung völlig kongruent ist. Die Mondfinsternis ist u. a. schon von Riccioli (I. 361), Wurm (a. a. O.) angezeigt; Riccioli gibt als Größe 7″,9, gegen Abend in Jerusalem sichtbar, Calvisius 8″,5 (Struyck p. 99). Der Tag ist ein Freitag. Da es sich hier um keine beobachtete historische, sondern nur um eine berechnete Finsternis handelt (die Finsternis ist auch von Hind, Nature VI 252, und von Bruhns, Ber. d. Ges. d. W. Leipz. XXX 98, berechnet), so soll nur noch darauf hingewiesen werden, daß es von den 9 zwischen 29 und 33 n. Chr. möglichen Mondfinsternissen die einzige ist, die für Jerusalem auf den Nachmittag fällt (vergl. G. I. 33) und daß meine „empirischen Korrektionen“ den Verlauf der Flusternis wie folgt ergeben:

soll der Mond bei seinem Aufgange über Jerusalem noch vom Halbschatten der Erde bedeckt gewesen sein, nachdem er eine Viertelstunde zuvor den Kernschatten verlassen habe. „Es ist also wohl möglich“, meint Falb, „daß die Finsternis in Jerusalem selbst bemerkt werden konnte.“ Das wohl, aber ich glaube nicht, daß eine im letzten Stadium befindliche Mondfinsternis, von der nicht einmal behauptet wird, daß sie total gewesen sei, einen solch elementaren Eindruck auf die Apostel gemacht haben kann, wie ihre Schilderungen in der Bibel doch bekunden. Außerdem geht aus andern in diesem Sinne unternommenen astronomischen Berechnungen hervor, daß in der Zeit von 6 ant. bis 38 post Christi kein Ostervollmond auf einen Freitag fiel, also am Freitag, den 3. April des Jahres 33 auch keine Mondfinsternis statthaben konnte*).

Obgleich man dieses Thema noch nach verschiedenen, sehr interessanten Seiten weiter führen könnte, so wollen wir uns hiermit bescheiden, man sieht schon aus diesem wenigen, daß kein zwingender Grund vorliegt, die Ostergrenzen auf einen so weiten Zeitraum von 35 Tagen auszudehnen, und daß man der Heiligkeit der betreffenden Feste nicht zu nahe tritt, wenn man sie auf einen bestimmten, ein für alle Mal feststehenden Tag feiert. Fixiert man das Osterfest auf den ersten April, so fällt das Fest ziemlich nahe an den uns übermittelten Tag: es sind zwei Bedingungen der Überlieferung gewahrt: die Frühlingsnachtgleiche und der Sonntag und außerdem hat man noch den Vorteil, daß das Fest mit seinem Quartal glatt abschneidet. Aus dem beigegebenen Kalendarium ist ersichtlich, wie das Osterfest und die davon abhängigen Feste: Charfreitag, Himmelfahrt, Pfingsten, ferner Fastnacht, die Quartember u. s. w. fallen im Vergleich zu den gleichen im jetzigen Kalender, und zieht man noch in Betracht, daß durch die Fixierung der Sonntage auf bestimmte Daten deren Kollision mit den Festen ein für alle Mal vorgebeugt wird, so erhellt ohne weiteres, daß die Reform auch des kirchlichen Kalenders von besonderem Belang ist. Durch den frühen Ostertermin tritt allerdings in der Zahl der Epiphan- und Trinitatis-Sonntage eine Modifikation ein: von den ersteren sind ständig nur 3, von den letzteren dagegen 25 da; man kann aber, wie das ja auch teilweise schon jetzt geschehen wird — denn nach dem heutigen Kalender kann Ostern ja noch früher eintreten, so früh, daß es nur für 1 Epiphan. Platz läßt — mit den Sonntagsevangelien alterieren, um alle zu ihrem Rechte gelangen zu lassen. Was die üblichen Namenstage anbelangt — wobei ich mich nach dem brandenburgischen Kalender richtete — so sind diese auch in dem Reformkalender vollzählig vorhanden, man kann sie so plazieren, daß sie darin auf denselben Tag im Jahr fallen, wie im jetzigen Kalender, wodurch freilich nicht vermieden werden kann, daß sie in einigen Monaten im Datum einen Tag vor, resp. zurücktreten. Z. B. fällt der Blasius nach dem bestehenden Kalender auf den 3. Februar, nach dem

Anfang	$15^h\,44^m$, 4	m. Zt. Jerusalem	= $3^h\,44^m$ Nachmittag
Mitte	$17^h\,10^m$, 7	" " "	= $5^h\,11^m$ "
Ende	$18^h\,37^m$,10	" " "	= $6^h\,37^m$ "
Größe	7″,1.		

Der Mond ging nach Mitte der Verfinsterung für Jerusalem auf.“

Jedenfalls ist das die von Falb erwähnte Mondfinsternis.

*) Siehe auch die vorher zitierten Schriften von Kepler. In Anbetracht, daß unsere Zeitrechnung höchstwahrscheinlich um 5 Jahre zurückliegt, würde die von Ginzel berechnete Mondfinsternis im Einklang hiermit im Jahre 38 post Christ. stattgefunden haben können.

Reformkalender auf den 4. und der Prudentius im ersteren auf den 9. März, im letzteren schon auf den 8. Indessen könnte man die in Rede stehenden Tage auch in beiden Kalendern auf dasselbe Datum stellen; aber dann treten andere Ungleichheiten ein. Ebenso ist es mit unseren Gedenktagen, die sich — nach dem Tag im Jahr gerechnet — auch entsprechend verschieben. Schiller z. B. würde nach dem Reformkalender schon am 8. Mai gestorben, Bismarck am 31. März geboren, Luther erst am 19. Februar gestorben sein u. s. w. Ich glaube aber, hier können wir unbeschadet die alten, gewohnten Daten beibehalten. Immerhin gehören diese Sachen zu denen, über die sich streiten läßt und die einer besonderen Vereinbarung überlassen bleiben müßte.

Anders liegt die Sache bei streng rechnerischen Daten, wie astronomischen u. a., hier muß ohne Zweifel der betreffende Tag im Jahr beibehalten resp. zu Grunde gelegt werden. So ist z. B. Frühlingsanfang im Jahre 1905 am 20. März, dieser würde im Reformkalender desselben Jahres schon auf den 19. März fallen; ferner ist am 29. August 1905 eine totale Sonnenfinsterniß*). Diese tritt für den Reformkalender schon am 28. August ein u. s. w., wie hierüber, wie über alle anderen vorstehend erwähnten Angaben, des Näheren im beigegebenen Kalendarium nachzusehen ist.

Ich möchte nicht unterlassen, hier noch eine Sache in den jetzigen Kalendern zur Sprache zu bringen, die zugleich einen eigentümlichen wissenschaftlichen Konservatismus illustriert. Das ist die Angabe der jeweiligen Zeichen der Ekliptik für die Mondstellung der einzelnen Tage. An sich ist das ja sehr lobenswert und würde zur Orientierung am Sternenhimmel ganz wesentlich beitragen, wenn diese Ekliptikzeichen mit der Lage der Sternbilder des Tierkreises übereinstimmten. Aber das ist bedauerlichst nicht der Fall, sondern infolge des Zurückweichens der Nachtgleichen hat sich nach und nach eine Abweichung gebildet, die mit den Jahren immer größer wird und gegenwärtig schon ca. 30° erreicht hat, d. h. Sternbild und Zeichen sind um ein ganzes Sternbild verschoben. Ich kann mich bez. dieses auf den Artikel des Herrn Professor J. Adamczik im Heft 10 des „Weltall" beziehen, dessen Ausführung ich mit Freuden unterschreibe. Erst wenn die Abänderungsvorschläge Adamcziks durchgeführt sein werden, was, nicht zum Mindesten im Interesse der Astronomie, recht bald zu erwünschen wäre, möge man die Ekliptikzeichen in den Kalendern angeben, so lange aber soll man diese Konfusionsbazillen weglassen.

Es bleibt nun noch ein Punkt im Kalender zu besprechen übrig, der eine direkte Unrichtigkeit involviert: Das ist die Benennung September, Oktober, November und Dezember für den neunten, zehnten, elften und zwölften Monat, obgleich die lateinischen Namen sie als den 7., 8., 9. und 10. Monat bezeichnen. Es rühren diese Namen noch aus der römischen Vorzeit her, wo das Jahr in 10 Monate eingeteilt war, sie sind also noch sagenhafter, wie die Taufe des Schalttages am 24. Februar. Da sie sich aber so fest eingebürgert haben, gewissermaßen dem Volke so in Fleisch und Blut übergegangen sind, wie jedem Gebildeten die Ausnahmen seiner Grammatik, sie überdies für die angestrebte Kalenderreform ohne jede Bedeutung sind, ja eine Rektifizierung im Gegenteil nur gerechte Verwirrung hervorbringen dürfte, so lasse man es damit beim alten; es fehlt dann auch dem Reformkalender ein Gran Altertum nicht!

*) Sichtbar für Europa total in Spanien.

Tableau eines Reform-

Januar
30 Tage

	1. Woche	*1. Quart. Anf.*
Sonntag	1	**Neujahr**
Montag	2	
Dienstag	3	
Mittwoch	4	
Donnerstag	5	●
Freitag	6	
Sonnabend	7	
	2. Woche	
Sonntag	8	
Montag	9	
Dienstag	10	
Mittwoch	11	
Donnerstag	12	
Freitag	12	☽
Sonnabend	14	
	2. Woche	
Sonntag	15	
Montag	16	
Dienstag	17	
Mittwoch	18	
Donnerstag	19	
Freitag	20	○
Sonnabend	21	
	4. Woche	
Sonntag	22	
Montag	23	
Dienstag	24	
Mittwoch	25	
Donnerstag	26	
Freitag	27	☾
Sonnabend	28	
	5. Woche	
Sonntag	29	
Montag	30	

Februar
30 Tage

Dienstag	1	
Mittwoch	2	
Donnerstag	3	
Freitag	4	
Sonnabend	5	●
	6. Woche	
Sonntag	6	
Montag	7	
Dienstag	8	
Mittwoch	9	
Donnerstag	10	
Freitag	11	
Sonnabend	12	
	7. Woche	
Sonntag	12	☽
Montag	14	
Dienstag	15	**Fastnacht**
Mittwoch	16	
Donnerstag	17	
Freitag	18	
Sonnabend	19	
	8. Woche	
Sonntag	20	○ part. ☾ Finsternis
Montag	21	
Dienstag	22	
Mittwoch	23	
Donnerstag	24	
Freitag	25	
Sonnabend	26	☾
	9. Woche	
Sonntag	27	
Montag	28	
Dienstag	29	
Mittwoch	30	

März
31 Tage

Donnerstag	1	
Freitag	2	
Sonnabend	3	
	10. Woche	
Sonntag	4	● ringförm. ⊙ Finst.
Montag	5	
Dienstag	6	
Mittwoch	7	
Donnerstag	6	
Freitag	9	
Sonnabend	10	
	11. Woche	
Sonntag	11	
Montag	12	☽
Dienstag	12	
Mittwoch	14	
Donnerstag	15	
Freitag	16	
Sonnabend	17	
	12. Woche	
Sonntag	18	
Montag	19	○ Frühlings-Anfang
Dienstag	20	
Mittwoch	21	
Donnerstag	22	
Freitag	23	
Sonnabend	24	
	12. Woche	
Sonntag	25	**Palmsonntag**
Montag	26	☾
Dienstag	27	
Mittwoch	28	
Donnerstag	29	
Freitag	30	**Charfreitag**
Sonnabend	21	*1. Quart. Ende*

Juli
30 Tage

	27. Woche	*3. Quart. Anf.*
	Mittjahrstag	
Sonntag	1	
Montag	2	
Dienstag	3	
Mittwoch	4	
Donnerstag	5	
Freitag	6	☽
Sonnabend	7	
	28. Woche	
Sonntag	8	
Montag	9	
Dienstag	10	
Mittwoch	11	
Donnerstag	12	
Freitag	13	
Sonnabend	14	○
	29. Woche	
Sonntag	15	
Montag	16	
Dienstag	17	
Mittwoch	18	
Donnerstag	19	
Freitag	20	
Sonnabend	21	
	30. Woche	
Sonntag	22	☾
Montag	23	
Dienstag	24	
Mittwoch	25	
Donnerstag	26	
Freitag	27	
Sonnabend	28	
	21. Woche	
Sonntag	29	●
Montag	30	

August
30 Tage

Dienstag	1	
Mittwoch	2	
Donnerstag	3	
Freitag	4	
Sonnabend	5	☽
	32. Woche	
Sonntag	6	
Montag	7	
Dienstag	8	
Mittwoch	9	
Donnerstag	10	
Freitag	11	
Sonnabend	12	
	32 Woche	
Sonntag	13	○ part. ☾ Finsternis
Montag	14	
Dienstag	15	
Mittwoch	16	
Donnerstag	17	
Freitag	18	
Sonnabend	19	
	34 Woche	
Sonntag	20	
Montag	21	☾
Dienstag	22	
Mittwoch	23	
Donnerstag	24	
Freitag	25	
Sonnabend	26	
	35. Woche	
Sonntag	27	
Montag	28	● totale ⊙Finsternis
Dienstag	29	
Mittwoch	30	

September
31 Tage

Donnerstag	1	
Freitag	2	
Sonnabend	3	
	36. Woche	
Sonntag	4	
Montag	5	☽
Dienstag	6	
Mittwoch	7	
Donnerstag	8	
Freitag	9	
Sonnabend	10	
	37. Woche	
Sonntag	11	
Montag	12	
Dienstag	13	○
Mittwoch	14	
Donnerstag	15	
Freitag	16	
Sonnabend	17	
	38. Woche	
Sonntag	18	
Montag	19	
Dienstag	20	
Mittwoch	21	☾
Donnerstag	22	
Freitag	23	Herbst-Anfang
Sonnabend	24	
	39. Woche	
Sonntag	25	
Montag	26	
Dienstag	27	●
Mittwoch	28	
Donnerstag	29	
Freitag	30	
Sonnabend	31	*3. Quart. Ende*

⊙ = Sonne; ☾ = Mond; ● = Neumond;

kalenders für das Jahr 1905.

April — 30 Tage

14. Woche		*2. Quart Anf.*
Sonntag	1	**Ostern**
Montag	2	**Ostermontag**
Dienstag	3	●
Mittwoch	4	
Donnerstag	5	
Freitag	6	
Sonnabend	7	
15. Woche		
Sonntag	8	
Montag	9	
Dienstag	10	☽
Mittwoch	11	
Donnerstag	12	
Freitag	13	
Sonnabend	14	
16. Woche		
Sonntag	15	
Montag	16	
Dienstag	17	⊕
Mittwoch	18	
Donnerstag	19	
Freitag	20	
Sonnabend	21	
17. Woche		
Sonntag	22	
Montag	23	
Dienstag	24	
Mittwoch	25	☾
Donnerstag	26	
Freitag	27	
Sonnabend	28	
18. Woche		
Sonntag	29	
Montag	30	

Mai — 30 Tage

Dienstag	1	
Mittwoch	2	
Donnerstag	3	●
Freitag	4	
Sonnabend	5	
19. Woche		
Sonntag	6	
Montag	7	
Dienstag	8	
Mittwoch	9	
Donnerstag	10	☽ **Himmelfahrt**
Freitag	11	
Sonnabend	12	
20. Woche		
Sonntag	13	
Montag	14	
Dienstag	15	
Mittwoch	16	
Donnerstag	17	⊕
Freitag	18	
Sonnabend	19	
21. Woche		
Sonntag	20	**Pfingsten**
Montag	21	**Pfingstmontag**
Dienstag	22	
Mittwoch	23	
Donnerstag	24	
Freitag	25	☾
Sonnabend	26	
22. Woche		
Sonntag	27	
Montag	28	
Dienstag	29	
Mittwoch	30	

Juni — 31 Tage

Donnerstag	1	
Freitag	2	●
Sonnabend	3	
23. Woche		
Sonntag	4	
Montag	5	
Dienstag	6	
Mittwoch	7	
Donnerstag	8	
Freitag	9	☽
Sonnabend	10	
24. Woche		
Sonntag	11	
Montag	12	
Dienstag	13	
Mittwoch	14	
Donnerstag	15	
Freitag	16	⊕
Sonnabend	17	
25. Woche		
Sonntag	18	
Montag	19	
Dienstag	20	
Mittwoch	21	Sommers-Anfang
Donnerstag	22	
Freitag	23	
Sonnabend	24	☾
26. Woche		
Sonntag	25	
Montag	26	
Dienstag	27	
Mittwoch	28	
Donnerstag	29	
Freitag	30	
Sonnabend	31	● *2. Quart Ende*

October — 30 Tage

40. Woche		*4. Quart Anf.*
Sonntag	1	
Montag	2	
Dienstag	3	☽
Mittwoch	4	
Donnerstag	5	
Freitag	6	
Sonnabend	7	
41. Woche		
Sonntag	8	
Montag	9	
Dienstag	10	
Mittwoch	11	
Donnerstag	12	⊕
Freitag	13	
Sonnabend	14	
42. Woche		
Sonntag	15	
Montag	16	
Dienstag	17	
Mittwoch	18	
Donnerstag	19	☾
Freitag	20	
Sonnabend	21	
43. Woche		
Sonntag	22	
Montag	23	
Dienstag	24	
Mittwoch	25	
Donnerstag	26	●
Freitag	27	
Sonnabend	28	
44. Woche		
Sonntag	29	
Montag	30	

November — 30 Tage

Dienstag	1	
Mittwoch	2	
Donnerstag	3	☽
Freitag	4	
Sonnabend	5	
45. Woche		
Sonntag	6	
Montag	7	
Dienstag	8	
Mittwoch	9	
Donnerstag	10	
Freitag	11	⊕
Sonnabend	12	
46. Woche		
Sonntag	13	
Montag	14	
Dienstag	15	
Mittwoch	16	**Bettag**
Donnerstag	17	
Freitag	18	☾
Sonnabend	19	
47. Woche		
Sonntag	20	
Montag	21	
Dienstag	22	
Mittwoch	23	●
Donnerstag	24	
Freitag	25	
Sonnabend	26	
48. Woche		
Sonntag	27	
Montag	28	
Dienstag	29	
Mittwoch	30	

December — 31 Tage

Donnerstag	1	
Freitag	2	
Sonnabend	3	☽
49. Woche		
Sonntag	4	
Montag	5	
Dienstag	6	
Mittwoch	7	
Donnerstag	8	
Freitag	9	
Sonnabend	10	
50. Woche		
Sonntag	11	⊕
Montag	12	
Dienstag	13	
Mittwoch	14	
Donnerstag	15	
Freitag	16	
Sonnabend	17	
51. Woche		
Sonntag	18	☾
Montag	19	
Dienstag	20	
Mittwoch	21	
Donnerstag	22	Winters-Anfang
Freitag	23	
Sonnabend	24	
52. Woche		
Sonntag	25	● **Weihnachten**
Montag	26	**2. Weihnachtstag**
Dienstag	27	
Mittwoch	28	
Donnerstag	29	
Freitag	30	
Sonnabend	31	**Sylvester** *4. Qu. Ende*

☽ = Erstes Viertel; ⊕ = Vollmond; ☾ = Letztes Viertel.

Sonnenuntergang und Sonnenaufgang.

Von J. J. Taudin Chabot.

In nachstehender Abhandlung habe ich, auf Anregung des Herrn Direktor Archenhold, meine bisher zerstreut veröffentlichten Beobachtungen über Sonnenunter- und Aufgang zusammengefaßt und den Stoff wie folgt eingeteilt:

1. Wesen des Vorgangs;
2. Stellung des Beobachters;
3. Hilfsmittel zu der Beobachtung;
4. Verhältnisse bei der Beobachtung;
5. Einzelheiten der Erscheinung unter natürlichen Bedingungen;
6. Einzelheiten der Erscheinung unter künstlichen Bedingungen;
7. Einfluß des Horizonts;
8. Einfluß der Erdatmosphäre.

Nachfolgend sind sodann die einzelnen Punkte des Schemas ausführlicher behandelt, beziehungsweise durch typische Fälle illustriert.

1. „Sonnenuntergang" und „Sonnenaufgang" als Anfang und Ende einer vollständigen Bedeckung des Sonnenbildes durch die Erde betrachtet, sind ihrem Charakter nach gleichwertig den Zeiten von der ersten äußeren Berührung bis zum Anfang der totalen Eklipse und vom Ende der Totalität bis zur zweiten äußeren Berührung, welche beim Vorübergang anderer Himmelskörper, namentlich des Mondes, unterschieden werden. Desgleichen bedeutet das in gesetzmäßig kürzeren oder längeren Intervallen sich wiederholende Verschwinden der Sonne hinter dem irdischen Horizont, deren jedes wir als „Nacht" bezeichnen, stets eine Sonnenfinsternis.

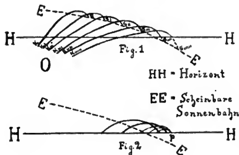
Indessen bedingt die Lage des Beobachterstandpunkts gerade auf dem bedeckenden Körper einen so wesentlichen Unterschied in den scheinbaren Größenverhältnissen u. s. w. der mitwirkenden Faktoren und damit des jeweils gegebenen Eindrucks im Gegensatz zu demjenigen, der bei Vorübergang des Mondes, oder gar von Venus bezw. Merkur, entsteht, daß erstgemeinter Vorgang nicht mehr astronomisch, sondern lediglich geophysikalisch empfunden wird und demgemäß zu behandeln ist.

2. Der Beobachter erblicke die Sonne in horizontaler, oder nahezu horizontaler Richtung; eine Serie von Beobachtungen durch das ganze Jahr hindurch beabsichtigend, wähle er, um vergleichbares Material zu gewinnen, seinen Standpunkt dort, wo die äußeren Verhältnisse während dieser Zeit möglichst unverändert bleiben, d. h. wo der gesamte in Betracht kommende Teil des Horizonts sich wagerecht erstreckt. Unter Umständen können ein an bestimmter Stelle unter bestimmtem Winkel geneigter Horizont, sowie, zum Vergleich, Horizonte verschiedener Beschaffenheit wertvoll sein. Jedenfalls soll der Horizont, wenn nicht durch die natürliche Krümmung der Erdoberfläche ohne weiteres gegeben, so doch wenigstens in beträchtlicher Ferne erscheinen.

Die Höhenlage des Beobachtungsortes ist, außer durch das Mittel der größeren oder geringeren Chance klarer Fernsicht zu den verschiedenen Jahreszeiten ohne Bedeutung. Von meinen bisherigen Beobachtungen (alle in Mitteleuropa) stellte ich die Mehrzahl an bei horizontaler Blicklinie, in etwa 480 m Seehöhe, über einen wagerechten Horizont in einer Entfernung von mehreren Kilometern hinter dem vom Ort der Wahrnehmung an nach Westen zunächst abfallenden Terrain.

3. Die erforderlichen Hülfsmittel sind in der Hauptsache absorbierende Medien, die anzuwenden sind, wenn die Lichtintensität auch bei „tiefem" Sonnenstande zu groß, oder, was leicht morgens der Fall, das Auge gerade zu empfindlich für unmittelbare Beobachtung ist, wie zwei Rauchgläser, ein Kupfer- und ein Kobaltoxydulglas, man kann aber auch mit der Absorption eine Vergrößerung verbinden, d. h. ein Fernrohr anwenden. Sehr gute Dienste leistet ein kleines mit nicht zu starkem Okular. Das von mir benutzte gestattet eine Fläche von etwa 3° Durchmesser bequem zu übersehen; sein achromatisches Doppelobjektiv zeigt, bei nur 41 mm Durchmesser und einer Brennweite von 400 mm, kein wesentliches sekundäres Spektrum. — Zur Winkelmessung kam gelegentlich ein Fernrohr mit Teilkreisen u. s. w. eines Spektrometers in Anwendung, das seinerzeit Max Wolz in Bonn für mich ausführte: Durchmesser der Teilkreise 20 cm, Teilung auf Silber in $^1/_6{}^0$, Noniusablesung bis 10″. Ein geradsichtiges Spektroskop mit Janssenschem Fünfprismensatz benutzte ich manchmal, wenn auch nur zur ungefähren Informierung über den Wasserdampfgehalt der Atmosphäre, ein die Gestalt der Refraktionskurve wesentlich beeinflussendes Moment. Das Aussehen nämlich einer Liniengruppe etwa bei $\lambda = 590\ \mu\mu$, sowie der von hier nur wenig weiter in Richtung der kürzerwelligen Strahlen gelegenen Fraunhoferschen D-Linie gewährt einen eigenartig düsteren, unscharf verbreiterten, um so auffallenderen Anblick, je größer die Luftfeuchtigkeit; Beobachtungen bei nicht zu verschiedenen Temperaturen lassen sich vergleichen.

4. Unter welchen optisch-geometrischen Bedingungen sieht man den Sonnenuntergang bezw. den Sonnenaufgang? Diese Frage bleibt jetzt noch zu untersuchen.



Die vielen Luftschichten, welche jedes von außerhalb der Erdatmosphäre stammende Licht zu durchsetzen hat, ehe es unser Auge erreicht, lassen — außer, wenn der Lichtstrahl alle Schichten normal passiert — eine Brechung eintreten, die, indem sie von Schicht zu Schicht kontinuierlich sich fortsetzt, eine stete Krümmung des Lichtstrahls bewirkt. Grunert, Laplace u. A. haben sich mit dem Problem der genauen Definition dieser sogenannten Refraktionskurve, mit der Aufstellung der entsprechenden Differentialgleichung, befaßt. Es genügt hier daran zu erinnern, daß die Kurve um so stärker gekrümmt erscheint, je mehr tangential zur Erdoberfläche das Licht den Beobachter erreicht, einen je längeren Weg es demnach in der Atmosphäre zurückzulegen hat, sodaß beispielsweise das Sonnenbild im Horizont ca. 35′ „tiefer" stehen kann, als wir es zu sehen wähnen. Eine perspektivische Skizze, Fig. 1, mag diese Verhältnisse erläutern: Vom

Punkt O aus wird die etwa zum Untergang neigende Sonne nach je einem gewissen Zeitintervall wiederholt beobachtet: den Sonnenbildern S, S, etc. entsprechen sodann die Refraktionskurven K, K, etc., deren Krümmung, wie die Figur erkennen läßt, immer mehr zunimmt, um so schneller, desto weiter sie, $K_{,,,,}$ $K_{,,,,,}$ über den Horizont H reichen. Eine Folge davon ist, daß auch die scheinbare Sonnenbahn E keine gerade mehr bildet, sondern eine gesetzmäßig gekrümmte Linie, deren Abscissen sozusagen aus der Umdrehungsgeschwindigkeit der Erde, deren Ordinaten aus den successiven Inkrementen der Krümmung der Refraktionskurve sich ergeben. Konstruiert man die gekrümmte scheinbare Sonnenbahn, grob approximativ, und zeichnet einige Sonnenbilder ein, Fig. 2, so ergiebt sich etwas Bemerkenswertes: Während nämlich, nachdem die erste äußere Berührung stattgefunden, die zwei Schnitt- bezw. Endpunkte des noch sichtbaren Teiles der Peripherie des Sonnenbildes am Horizont — der vordere etwas langsamer als der hintere — entlang wandern, hört nach einiger Zeit die Fortbewegung des vorangehenden der zwei Punkte ganz auf, und zwar bis die Krümmung von E und das fliehende Kreisprofil entgegengesetzt gleiche scheinbare Dislokation bewirken; es bleibt jetzt der vorangehende Schnittpunkt stehen, etwa in p, der nachfolgende nähert sich immer schneller und dergestalt, daß, während das Kreissegment schnell kleiner wird, das Sonnenbild verschwindet. Das Aufhören der Fortbewegung des einen Schnittpunktes am Horizont ist unter geeigneten Bedingungen sehr deutlich wahrnehmbar. Wäre die scheinbare Sonnenbahn nicht zunehmend gekrümmt, sondern gerade, so müßten bis zum letzten Sichtbarkeitsaugenblick beide Punkte am Horizont fortschreiten; insofern hat die Beobachtung gewissermaßen den Charakter eines direkt sichtbaren Beweises für die Existenz einer Refraktionskurve überhaupt.

Vor und nach dem Stattfinden der äußeren Berührung, also bei Sonnenuntergang und Sonnenaufgang, ist das Sonnenbild beim klaren „Himmel“ in vollem Umfange sichtbar. In bezug auf die vorübergehenden Teile der Atmosphäre läßt sich sodann eine Eintritts- und eine Austrittsrandhälfte unterscheiden: der halbierende Durchmesser sollte normal zur scheinbaren Sonnenbahn sich erstrecken, jedoch hat er meistens eine mehr horizontale Lage; beim Sonnenuntergang ist demnach die untere die Eintrittsrandhälfte, die obere die Austrittsrandhälfte, beim Sonnenaufgang, umgekehrt, ersteht die Austrittsrandhälfte unten, die Eintrittsrandhälfte oben.

5. Schreiten wir nunmehr zu den eigentlichen Beobachtungen. Sie zeigen uns zweierlei Veränderungen: Veränderungen der Form und Veränderungen der Farben am Rande des Sonnenbildes. Sie erscheinen im Allgemeinen beim Sonnenuntergang feiner ausgeprägt als beim Sonnenaufgang, und sollen deshalb bei der Besprechung der den Sonnenuntergang betreffenden Beobachtungsreihe beschrieben werden.

Die Formveränderungen zeigen sich namentlich an der Austrittsrandhälfte, können folglich beim Sonnenuntergang, auch nachdem die erste äußere Berührung stattgefunden, noch weiter beobachtet werden. Sie sind meistens, obwohl nicht immer, gleich gut sichtbar, außer bei sehr großer Trübung oder Klarheit der Luft, und haben den Charakter eines fortlaufenden Prozesses mit folgenden Details: an zwei Stellen der betreffenden Randhälfte, unweit von einander, entsteht je eine kleine Einbuchtung; beide Einbuchtungen nähern sich sekantial einander, bis ihre Spitzen zusammenfließen und ein längliches Teilchen von der Sonnen-

scheibe wie durch einen schmalen Kanal abgetrennt erscheint. Dann wird der Trennungskanal breiter und das längliche Teilchen schmäler und kürzer, bis es ganz verschwunden ist. Der Vorgang wiederholt sich immer aufs neue an mehreren Stellen des oberen Sonnenrandes zugleich, sodaß dieser zeitweise wie der Reflex einer wellengekräuselten Fläche mit deren Bewegungs- und Farbänderungen aussieht. Die ursprünglichen Einbuchtungen sind gelbgrün bis blaugrün umsäumt, — zumeist in einer Breite von etwa $^1/_{30}$ des scheinbaren Sonnendurchmessers — ebenso nehmen die abgespaltenen länglichen Teilchen nach innen derart an Färbung zu, daß sie beim Schmälerwerden ganz gefärbt erscheinen. Bis zu ihrem Verschwinden nimmt die Tiefe und Reinheit der Farben bei jeder Verkleinerung zu. Die Farbränder erleiden mit der zunehmenden Annäherung des Horizonts an das Sonnenbild nur die Veränderung einer anscheinend geringen Zunahme der Intensität des Tones (die Farbe wird „leuchtender"), sodaß diese im Augenblick des Verschwindens, beim Eintreten der ersten inneren (als solche nicht mehr sichtbaren) Berührung ein allerdings nicht immer gleich ausgeprägtes Maximum erreicht.

Beim Sonnenaufgang sind die geschilderten Einzelheiten, Form- wie Farbänderungen, auch an der Austrittsrandhälfte, welche jetzt unten liegt, durchgehends weniger auffallend; in der Hauptsache nimmt man ein unregelmäßiges Flattern der Grenzlinie des Sonnenbildes wahr.

6. Außer den Beobachtungen allein habe ich einige Experimente angestellt über die Wirkung bekannter Störungen des Ausblicks, in der Nähe des Beobachters, sowie weiter von ihm entfernt. Zunächst die Beobachtung des Sonnenuntergangs, mit oder ohne Fernrohr, durch das Kobaltoxydulglas hindurch: das Farbenspiel in gelbgrün bis blaugrün an der oberen Randhälfte bleibt unverändert, wogegen die andere Randhälfte des Sonnenbildes rot umsäumt, der zentrale Teil bläulichweiß, silberglänzend, ähnlich dem Vollmond, erscheint. Das Ganze hebt sich vom violett schimmernden Hintergrund ab und bietet ein Bild dar, das in seiner Farbenpracht überrascht; aber leider wird es gestört, sobald die erste äußere Berührung stattfindet und der untere Sonnenrand zu verschwinden beginnt. — Einerseits — an der Eintrittsrandhälfte — fehlen sonach die grünen, blauen und violetten, andererseits — an der Austrittsrandhälfte — die roten, blauen und violetten Strahlen; das Absorptionsspektrum unseres Mediums, des Kobaltoxydulglases, weist einen intensiven Streifen im äußersten Rot bis gegen die Fraunhofersche B-linie auf, einen schwächeren, gelbgrünen bei D sodann wieder einen starken über grün, blau und violett. Die Absorption des Rauchglases ferner nimmt von den längerwelligen zu den kürzerwelligen Strahlen an Kraft zu und so sieht man, wenn dem Kobaltoxydulglase ein Rauchglas binzugefügt wird, den roten Bestandteil des Sonnenbildes sich verbreitern, den grünen jedoch unverändert bleiben. Ein weiteres Rauchglas steigert manchmal die Verbreiterung des roten Randsaums dahin, daß seine Farbe sich über das ganze Sonnenbild ergießt und auch alles Grün zum Verschwinden bringt.

Zur Ermittelung des Einflusses einer dem Beobachter entfernteren Störung der Blicklinie, namentlich lokaler Störungen in der Atmosphäre, beobachtete ich den Sonnenuntergang hart über dem First eines Hausdachs, in ungefähr 1 km Distanz; an jenem Dache entlang stieg warme Luft auf, welches Moment die gewollte Störung gab. Das Resultat war: keinerlei Veränderung in den Farbtönen, nur eine allgemeine Unschärfe bei den Formveränderungen, die im übrigen, soweit erkennbar, normal verliefen.

Hier ist gleichfalls die Beobachtung eines Sonnenaufgangs, bei horizontaler Visierlinie in etwa 12 m Seehöhe, zu erwähnen. Unter dem gerade vollständig sichtbar gewordenen Sonnenbild entstieg einem etwa 450 m entfernten Kamin ein zarter, durchsichtiger Rauch, fast nur eine Heißluftwolke. Dieses Gebilde glänzte nun nahezu ebenso hell wie die Sonne selbst, bedeutend heller jedenfalls, als irgend welche Teile der Atmosphäre zwischen ihm und dem unteren Sonnenrand; der Glanz war Ursache, daß man die Form überhaupt erkannte, denn als er nachher, bei zunehmender Entfernung des Sonnenbildes immer mehr erlosch, verschwanden zugleich die Umrisse des Rauchgebildes. Einschalten des Kobaltoxydulglases im Anfang der Beobachtung, löste jeden optischen Zusammenhang zwischen Rauch und Sonnenbild; beide glänzten auf relativ dunklem Hintergrunde von einander getrennt, silberhell, letzteres unten rot, oben grün umsäumt, das niedriger stehende Rauchgebilde aber ohne farbige Säume, weder oben noch unten.

7. Wenn man den Einfluß von Lage und Beschaffenheit des natürlichen Horizonts verfolgen will, muß man sich wiederum lediglich auf das Studium gegebener Verhältnisse beschränken.

Im Falle der Horizont dort, wo beim Sonnenuntergang die erste innere Berührung (das völlige Verschwinden) stattfand, sich parallel der scheinbaren Sonnenbahn neigt, wird dieses, sonst nur momentane, zu einem zeitlich ausgedehnten Ereignis, fortgesetzt wahrnehmbar noch diesseits des Horizonts, über den von jenseits ein leuchtender Schein herüberstrahlt. So sah ich in circa 1000 m Seehöhe, bei nur wenig aus der Horizontale aufwärts geneigter Blicklinie das Sonnenbild unter dem gewohnten Formen- und Farbenspiel hinter einem entfernten Bergkamm verschwinden, gerade dort, von wo an dessen Profil offenbar parallel der scheinbaren Sonnenbahn sich senkte: die letzte grüne Sonnenleuchte lief während fast 30 Sekunden diesen geneigten Horizont entlang, bis sie an der Stelle, wo das Bergprofil sich wieder zum Anstieg wendete, verschwand. Die Absorptionsbänder des Wasserdampfs traten unmittelbar nachher im Spektroskop mäßig stark hervor.

Bildete der Mond den Horizont — bei der hier partiellen Sonnenfinsternis vom 28. Mai 1900 —, so zeigte sich zum vorliegenden Gegenstand nichts bemerkenswertes. Weder von den geschilderten Formveränderungen, noch von dem damit verknüpften Farbenspiel war das geringste zu entdecken.

Etwaige Einwirkungen einer Variation der Beschaffenheit des Horizonts kann man zunächst vom selben Beobachtungsort aus im Laufe eines Jahres beobachten. Ich fand beim Sonnenuntergang keinen Unterschied im wahrgenommenen; mochte der Horizont, mehrere Kilometer weit, je nach der Jahreszeit mehr oder weniger gefärbtes Laub tragen oder unter einer Schneedecke weiß erscheinen. Ebensowenig machte sich anderenorts abweichendes bemerkbar über einem sandigen Horizont in etwa 3 km Entfernung. Die Blicklinie verlief jedesmal horizontal, hier in etwa 25, dort in etwa 480 m Seehöhe. Andererseits sah icb bei Sonnenaufgang in annähernd 12 m Seehöhe, über einem unbelaubten (Vorfrühling) Buchenwald als Horizont in etwa 1 km Distanz, das normale Farbenspiel.

8. Es erübrigt, den Einfluß der natürlichen Variationen der Beschaffenheit der Erdatmosphäre zu behandeln; einige charakteristische Beobachtungsdaten seien nachfolgend mitgeteilt:

Bei klarer Atmosphäre ist der Farbsaum der untergehenden Sonne schmäler als normal; dieses kann soweit gehen, daß nur mehr ein blitzartiges Aufleuchten zahlreicher, äußerst feiner, scharf grüner Randpunkte bemerkbar ist. Hingegen wird bei trüber Atmosphäre der Farbrand übernormal breit, immer flauer im Tone, und ist schließlich gar nicht mehr am jetzt meistens starr rot erscheinenden Sonnenbilde zu erkennen. Im Falle die Trübung so stark wird, daß auch dieses Sonnenbild nur mehr als rötlicher Schimmer bemerkbar ist, tritt dasselbe bei Betrachtung durch das Kupferoxydulglas wieder mehr hervor, ohne jedoch von irgend welchen belebten Details begleitet zu sein.

Zerteilte ein horizontaler Wolkenstreifen das Sonnenbild, so erschienen von der grünen Sichel der oberen Randhälfte (Austrittsrandhälfte) nur die zwei Hörnerspitzen unterhalb des Wolkenstreifens und zwar so, daß hier ein schmales grünes Band in der Lage einer Kreissehne, die Hörner geradewegs — den Wolkenstreifen unten entlang — verband. Je mehr von dem Sonnenbilde zwischen Wolkenstreifen und Horizont zum Vorschein kam, desto mehr schmiegte sich vom grünen Bande in der Lage einer Kreissehne beiderseits dem Sonnenbildrande an, desto kürzer ward der noch gerade mittlere Teil unter dem Wolkenstreifen entlang, bis, als das ganze Sonnenbild unter dem Wolkenstreifen hervorgetreten war, der normale grüne Randsaum sich voll ausgebildet hatte.

Eine Abweichung eigener Art gelang es mir zu entdecken durch den Vergleich von Beobachtungsmaterial verschiedener Jahre. Die normale Sonnenuntergangsstelle für 21. Juni, gesehen vom Orte der häufigsten Beobachtungen aus, zeigt Fig. 3 unserer Beilage. Am 24. Juni 1900 verschwand das Sonnenbild, in guter Übereinstimmung damit, dort wo Fig. 2 erkennen läßt: die Ortsveränderung entspricht der scheinbaren Jahresbewegung der Sonnenbahn und bietet nichts auffälliges. Am 25. Juni 1902 aber ließ sich die Sache wesentlich anders ansehen: Das schwindende Sonnenbild, Fig. 1, stand, statt mehr nach links als das vom 24. Juni, wieder nach rechts und zwar um den bedeutenden Winkelbetrag von 3′50″ (gemessen mit dem erwähnten Fernrohr, an den Teilkreisen meines Spektrometers), sogar über die Untergangsstelle für 21. Juni hinaus. Demnach: denkt man sich die Sonnenuntergänge eines bestimmten selben Datums durch längere Zeit, etwa ein Jahrtausend hindurch, unmittelbar hintereinander folgend, genügend schnell, um nicht dem Auge die Empfindung eines intermittierenden Vorgangs, sondern eines konstanten Bildes zu geben, so wird man nicht nur die teilweise vom Horizont verdeckte Sonne allmählich wandern sehen, eine Bogenstrecke von über 14°, — entsprechend der Präzession der Aequinoctien jährlich 50,2″ nach W., — sondern es wird auch das Sonnenbild im Fortschreiten pendeln, unregelmäßig und mit manchmal relativ großer Amplitude, um seine jeweils normale Lage herum, je nach der Größe der gerade herrschenden Vertikalrefraktion, wofern nicht gelegentlich noch Horizontalrefraktion zu dieser hinzutritt.

Die Beimischungen sehr feinen Staubes hingegen, welche die Vulkanausbrüche vorigen Jahres vorzüglich in Mittel-Amerika, aber auch anderweitig der Atmosphäre gegeben haben, beeinflußten in keiner merkbaren Weise Aussehen oder Verlauf der geschilderten, zum Teil sehr feinen und darum, wie man zu meinen versucht sein könnte, leicht variabelen Einzelheiten. Ob indessen die außergewöhnliche Helligkeit der Blitze eines Gewitters in der Nacht vom 6. auf 7. August, sowie eines solchen am frühen Vormittag des 19. Dezembers, auf

Verflüchtigung fester Stoffe, namentlich derartiger Beimischungen hinweist, läßt sich mangels weiteren Vergleichsmaterials leider nicht feststellen. Das Spektroskop zeigte das erste Mal ein in gelb und grün hellstes Spektrum, zusammengesetzt aus Linien und Banden, deren Lage aber nur sehr ungefähr zu schätzen war, während das zweite Mal, bei Warnehmung ohne Spektroskop, eine starkausgesprochene purpurne Färbung der Blitze mir auffiel; letztere ist vielleicht zurückzuführen auf lokale Verunreinigung der Atmosphäre durch vermehrten Kohlenstaub winterlichen Kaminrauchs.

Es mögen zum Schluß noch einige Momente erwähnt sein, die beim Versuche der Folgerung dieser Erscheinungen aus experimentell bestätigten Tatsachen — bei ihrer theoretischen Erklärung — der Vollständigkeit halber zu nennen sind:

Zunächst bemerkt man, daß das Formen- und Farbenspiel am Rande des Bildes namentlich der untergehenden Sonne durchaus nicht selten genannt werden kann. Nur braucht es der ruhigen Sammlung, um alles gehörig zu sehen; wer einmal so nebenbei hinschaut, wird schwerlich etwas entdecken, außer vielleicht, wenn grade das Schauspiel besonders entwickelt ist. Dann aber auch bietet sich ihm zugleich eine gute Gelegenheit, seine Wahrnehmungen zu beginnen. Er wird nun ein anderes Mal unter weniger günstigen Bedingungen schon besser sehen, als es sonst der Fall sein würde.

Ferner läßt sich hervorheben, daß von den mehr dem Rande zu gelegenen Teilen des kreisförmigen Sonnenbildes weniger kurzwellige Strahlen zu uns gelangen als von den Mittelpartien.

Schließlich könnte man speziell vom geometrischen Standpunkt darauf hinweisen, daß das momentane Nachleuchten in grün, wenn die untergehende Sonne eben verschwunden, gewissermaßen das Supplement bildet, zu der Erscheinung des schwarzen Tropfens beim Vorübergehen des Planeten Venus vor der Sonne; beide Erscheinungen sind zeitlich verknüpft mit dem Eintreten der ersten inneren Berührung, welche hier (beim Venusdurchgang) sichtbar, dort (beim Sonnenuntergang) jenseits des Horizonts erfolgt.

Über die Möglichkeit einer alles umfassenden Erklärung scheint mir ein Urteil schwierig; einstweilen dürfte, glaube ich, bei der Vielgestaltigkeit der Erscheinungen die Annahme nicht abzuweisen sein, daß manchmal diese, manchmal jene Verhältnisse obwalten und das Wahrgenommene nach bekannten Gesetzen der meteorologischen Optik bedingen. Ob noch andere Faktoren mitspielen (u. A. eine Art Fluorescenz oder Sekundarstrahlung), dieses zu entscheiden, dazu sind wohl speziell hierauf gerichtete Untersuchungen, womöglich mit Experimentalbelegen, erforderlich.

Zugleich, und im Hinblick auf die Farbränder des Sonnenbildes überhaupt, sei hingewiesen auf Untersuchungen von A. Schmidt über die cyklische Refraktion*), aus welchen hervorgeht, dass eben der Sonnenrand als solcher eine optische Täuschung ist, sowie auf eine Arbeit von O. Wiener über gekrümmte Lichtstrahlen**).

Degerloch (Wttbg.)

*) Programm des Kgl. Realgymnasiums zu Stuttgart, 1878.
**) Wied. Ann. 49, 105. 1893.



Der dynamische Mittelpunkt der Welt.

Von Oberingenieur Sigmund Wellisch in Wien.

Nach der Kant-Laplace'schen Theorie war die Erde und der Mond ursprünglich nur ein einziger in Rotation befindlicher Nebelball, welcher einen Raum einnahm, der nicht nur die ganze Mondbahn in sich faßte, sondern noch weit über dieselbe hinausreichte. Die durch die Drehung um seine Achse entwickelte Zentrifugalkraft, welche anfänglich über die herrschende Anziehungskraft der Erdmasse das Übergewicht hatte, sonderte nach und nach von dem Äquator der Peripherie einzelne Massenteilchen ab, die sich mit den immer nachfolgenden, wahrscheinlich kontinuierlich abgestoßenen Massenteilchen außerhalb der Zentralmasse der Erde zu einem geschlossenen Ring vereinigten. Allmählich kühlte der Erdball unter Verminderung seines Volumens immer mehr und mehr ab, wodurch am Umfange die Fliehkraft sich verminderte, die Anziehungskraft aber gleichzeitig zunahm, bis zwischen beiden entgegengesetzt gerichteten Kräften Gleichgewicht sich einstellte und eine Loslösung von Massenteilchen nicht mehr stattfinden konnte. Unterdessen haben sich die von der Erdmasse losgeschleuderten und dann sich selbst überlassenen Massenteilchen zu einem selbständigen Weltkörper, dem Monde, zusammengeballt. Während Erde und Mond durch fortgesetzte Radiation im Laufe der Zeiten bis zu ihrem gegenwärtigen Volumen zusammenschrumpften, verblieb der Mond in jener Entfernung von der Erde, welche er zur Zeit seiner Zusammenballung inne hatte, und schlug in dieser Entfernung um die Erde eine Bahn ein, die ihn im Gleichgewichte mit dem ganzen Sonnensysteme erhielt.

Welcher Gestalt war nun aber diese Bahn?

Die rotierende Bewegung eines Punktes um ein Zentrum wird durch zwei Kräfte bewirkt: durch den ersten Impuls am Anfange seiner Bewegung oder die Tangentialkraft und durch die Anziehung im Zentrum oder die Zentralkraft. Nach dem Verhältnisse der Stärke der einen Kraft zur andern richtet sich die Krümmung oder die Gestalt der Bahn. Die Bewegung der Planeten um die Sonne geht in nur wenig exzentrischen Ellipsen vor sich, weil der ursprüngliche Impuls, welcher die fortschreitende Bewegung erzeugte, und die Anziehungskraft, welche diese Bewegung in eine drehende umgewandelt hat, nur wenig von einander verschieden waren. Wäre das Verhältnis dieser beiden Kräfte ein vollkommen regelmäßiges — ein harmonisches —, so würde die Bahn von konstanter Krümmung oder ein vollkommener Kreis sein. — Wenn ein Punkt um ein Zentrum kreisförmig rotiert und es hört die Zentralkraft plötzlich zu wirken auf, so bewegt sich der Punkt von diesem Momente an in der Richtung der Tangente mit der durch die Rotation erhaltenen Geschwindigkeit weiter. Tritt nun dieser mit einem ersten Impulse geradlinig losgeschleuderte Punkt wieder in die Anziehungssphäre einer Zentralkraft von gleicher Stärke wie die ursprüngliche und zufällig wieder in dieselbe Entfernung vom neuen Zentrum wie früher zur Zeit der Lostrennung vom ersten Zentrum, so wird seine geradlinige Bahn sofort wieder in eine vollkommen kreisförmige übergehen, weil ja die auf ihn tätigen Kräfte nunmehr wieder genau in dasselbe harmonische Verhältnis getreten sind. Ebenso muß es sich auch verhalten mit den vom Äquator des rotierenden Erdballes losgelösten, aber in derselben Sphäre verbleibenden Massenteilchen, die sich wie früher, so auch jetzt noch um die Erde bewegten, weil sie im Sinne der ideellen Vorstellung

über die Entstehung der Himmelskörper nicht nur in demselben Abstande vom Zentralkörper verblieben, sondern auch die beiden Kräfte mit unveränderter Stärke auf sie wirkten. Da aber der Äquator des rotierenden Erdballes im Kreise sich bewegte, so mußten auch die Bahnen aller mondbildenden Massenelemente ursprünglich vollkommene Kreise geblieben sein. Demgemäß mußte auch die Bahn des Mondes ursprünglich ein vollkommener Kreis gewesen sein und der Mond müßte diese Kreisbahn auch beibehalten haben, wenn ihn nicht schon von allem Anfange an die älteren Planeten und namentlich die weit einflußreichere Sonne in seiner Kreisbewegung um die Erde gestört hätten.

Betrachten wir nun zunächst die Veränderungen, denen die Mondbahn durch die Sonnenstörung ausgesetzt ist. Da die Distanz der Sonne von dem Monde infolge der Bewegung des Mondes um die Erde abwechselnd um eine Monddistanz kleiner und um ebensoviel wieder größer wird, als der Abstand der Erde von der Sonne, und die Richtung der Mondbewegung in den Quadraturen abwechselnd zur Sonne hin und von ihr wieder abgewendet ist, so wird durch die Sonne das Größenverhältnis zwischen Tangential- und Zentralkraft, welches die Krümmung der Bahn bestimmt, dergestalt verändert, daß der in der Linie der Syzygien gelegene, zur Sonne gerichtete Durchmesser der Mondbahn verlängert, der in die Linie der Quadraturen fallende verkürzt wird. Die ursprünglich kreisförmige Bahn des Mondes wird in die Länge gezogen (Evection) und nimmt die Gestalt einer Ellipse an, in deren einem Brennpunkte die Erde ihren Sitz hat und deren große Achse nach der Sonne, der Ursache dieser Störung, gerichtet ist.

Mit dieser Behauptung befinde ich mich gegenüber der bisher geltenden Voraussetzung, daß die Mondbahn auch ohne den Sonneneinfluß und die Planeten-Störungen eine Ellipse sei, im Widerspruche. Allein dieser Widerspruch besteht nur scheinbar. Er verschwindet, wenn man außer der Sonne und den Planeten noch eine mächtige Kraft weit außerhalb der Erdbahn annimmt, welche störend auf die Mondbahn sich äußert, und daß es diese bisher nicht in Rechnung genommene Kraft sei, welche die kreisförmige Mondbahn in eine Ellipse verwandelt. Der Unterschied besteht dann nur in der Reihenfolge, in der die störenden Kräfte einwirkend gedacht werden. Während nach meiner Darlegung die kreisförmige Mondbahn durch die Sonnenkraft zu einer Ellipse wird und diese Ellipse teils durch die Planeten, teils durch die erwähnte Außenkraft alteriert wird, geht die bisher geltende Annahme von der durch die unbekannte Außenkraft bereits elliptisch gestalteten Mondbahn aus und läßt auf diese die Sonne und die Planeten störend einwirken. Nun bleibt es für das Resultat, die endgiltige Gestalt der Mondbahn, allerdings einerlei, in welcher Reihenfolge die Störungen auf die Kreisbahn zusammengesetzt werden, ob wie im ersten Falle zuerst von der Sonne und dann von der Außenkraft und den Planeten, oder wie im zweiten Falle, zuerst von der Außenkraft und dann von der Sonne und den Planeten herrührend, sofern nur immer alle Störungen Berücksichtigung finden. Da man jedoch bisher, ohne die unbekannte Außenkraft in Rechnung zu nehmen, die bedeutende Exzentrizität der Mondbahn durch die Sonne und die Planeten allein nicht erklären konnte, so nahm man an, daß die Mondbahn schon von allem Anfange an, etwa vermöge eines unbekannten Stoßes, eine Ellipsenform gehabt haben müsse. Wir werden aber in der Folge sehen, daß es zur Erklärung der ganzen Exzentrizität der Mondbahn nicht erst notwendig ist, zu einem unbekannten, rätselhaften Stoße Zuflucht zu nehmen.

Da die Erde um die Sonne rotiert, so müßte dem Vorangeschickten zufolge die große Achse der elliptischen Mondbahn in jeder Position durch den Schwerpunkt der Sonne gehen, wenn außer der Erde und der Sonne keine andern Körper auf den Mond einwirken würden. Andere mächtige Einflüsse verursachen jedoch, daß die Absidenlinie der Mondbahn, zwar im allgemeinen der Sonne immer folgend, im Weltraume ihre Richtung ändert. Betrachten wir zunächst, ehe wir in der Hauptsache fortfahren, eine analoge Erscheinung, die wir in der wahren Libration des Mondes erblicken. Als die Masse des Mondes zur Zeit seiner Entstehung noch flüssig war, hat die Erdwirkung dem Monde die Gestalt eines Ellipsoids und seinem Äquator die einer Ellipse gegeben, in deren abgewendetem Brennpunkte der Schwerpunkt des Mondes zu liegen kam und deren große Achse heute noch gegen die Erde gekehrt ist; und wenn auch die große Achse des Mondellipsoids immer bestrebt ist, ihre Richtung nach dem Erdmittelpunkte zu verändern, so vermag die Erdattraktion sie doch immer wieder in ihre frühere Lage zurückzubringen, sie gleichsam wie ein Pendel in die Vertikale zurückzubewegen, weshalb der Mond immer dieselbe Seite der Erde zuwendet. Es stehen also die Erde, der elliptische Mondäquator und der in dessen einem Brennpunkt befindliche Schwerpunkt (I. System) in einem ähnlichen Verhältnisse, wie die Sonne, die elliptische Mondbahn und die in deren einem Brennpunkt befindliche Erde (II. System). So wie aber die größte Achse des Mondellipsoids nach Eliminierung aller dem rechnenden Astronomen zugänglichen Schwankungen in jedem Augenblicke genau nach dem Mittelpunkte der Erde gerichtet ist, ebenso verhält es sich mit der Absidenlinie der Mondbahn. Diese müßte nach Eliminierung aller von den Planeten, eventuell einer mächtigen Außenkraft verursachten Ablenkungen zu jeder Zeit nach dem Mittelpunkt der Sonne zielen, nach jenem Punkte, um den sich unsere Erde nebst allen andern Planeten bewegt, nur ist der Einfluß der Sonnenattraktion auf den Mond im Kampfe mit den sonstigen Kräften des Himmels nicht groß genug, um die Absidenlinie der Mondbahn so festzuhalten, wie dies bei der großen Achse des Mondellipsoids seitens der Erde geschieht, weshalb die Absidenlinie der Mondbahn zu einer Revolution gegen neun Jahre benötigt.

Setzt man nun, um zur Hauptsache wieder zurückzukommen, die an dem II. Systeme „Mond, Erde und Sonne" angestellten Betrachtungen nach dem Prinzipe der Kontinuität an dem III. Systeme „Erde, Sonne und Zentralsonne" fort, so kommt man auf den Gedanken, jenen Punkt im Weltraume aufzusuchen, nach welchem die große Achse der elliptischen Erdbahn jederzeit gerichtet sein würde, wenn sie keinen säkulären Störungen unterworfen wäre, nämlich jenen Punkt, um den sich unsere Sonne und alle zu demselben Fixsternsysteme gehörigen Sonnen drehen. Denkt man sich die auf die Erde einwirkenden, von den Planeten und dem Monde hervorgerufenen Störungen eliminiert, so müßte die Erde um die Sonne, wie eingangs dargelegt, eine Kreisbahn beschreiben, wenn außer der Attraktion der Sonne keine weiteren Kräfte auf sie einwirkten. Der Umstand aber, daß auch die von den bisher in Rechnung genommenen säkulären Störungen verschonte Erde keinen Kreis, sondern — wie dies auch bei allen andern Planeten der Fall ist — eine Ellipse zurücklegt, in deren einem Brennpunkte die Sonne steht, verrät nach dem Vorausgeschickten die Existenz einer außerhalb aller Planetenbahnen wirkenden mächtigen Kraft, welche trotz unermeßlicher Entfernung ihre Herrschaft über das ganze Sonnensystem ausübt. Derjenige Punkt im Himmelsraume, nach welchem die große Achse der Erdbahn wie auch

die aller Planetenbahnen nach Elimierung der bisher bekannten Störungen jederzeit gerichtet sein müßte, ist der Sitz jener Außenkraft, welche allen Planetenbahnen Ellipsengestalt verleiht, dieser dominierende Punkt ist das Zentrum unserer Fixsternenwelt.

Es entsteht nun die weitere Frage: Ist dieser Punkt blos das Zentrum einer einzigen, unsere Sonne enthaltenden Fixsterngruppe, welche sich wieder mit andern Fixsterngruppen, gleichsam ein IV. System bildend, um ein Hauptzentrum dreht, oder ist dieser Punkt der letzte Drehpunkt der gesamten Sternenwelt? — Im ersteren Falle könnte die Sonne um die Zentralsonne keinen Kreis, sondern müßte um sie eine Ellipse beschreiben, da die Kraft im vermeintlichen Hauptzentrum diesen Kreis ebenso in die Länge ziehen müßte, wie dies im III. Systeme mit der Erdbahn seitens der Zentralsonne, im II. Systeme mit der Mondbahn seitens der Sonnenattraktion und im I. Systeme mit dem Mondellipsoid seitens der Erdanziehung tatsächlich geschieht bezw. geschehen ist. Dann müßte aber auch, weil die Sonne in einen veränderlichen Abstand von der Zentralsonne käme, die elliptische Erdbahn abwechselnd mehr oder weniger in die Länge gezogen, somit auch die Umlaufszeit der Erde oder die Länge ihrer Absidenlinie periodisch verändert werden. Nun ist aber aus theoretischen Gründen sowohl, als auch aus astronomischen Beobachtungen und Messungen mit Bestimmtheit festgestellt, daß alle Elemente der Planetenbahnen veränderlich sind, nur die großen Achsen nicht, die für immerwährende Zeiten in ihrer Länge konstant bleiben. Daraus folgt, daß auch die von der Zentralsonne ausgehende Attraktion auf die Planeten mit konstanter Stärke wirkt, oder daß die Sonne von der Zentralsonne stets denselben Abstand hat, d. h. die Sonne beschreibt um die Zentralsonne einen Kreis. Ist dies aber der Fall, so gibt es keine weitere Außenkraft, welche die Sonnenbahn in ihrer kreisförmigen Gestalt stört, und es ist die Zentralsonne die letzte Ursache aller Bewegungserscheinungen oder der dynamische Mittelpunkt des Weltalls. Dabei ist es nicht notwendig, an dieser Stelle einen Körper von dominierender Masse vorauszusetzen, es ist auch denkbar, daß sich die ganze Fixsternenwelt um ihren eigenen virtuellen Schwerpunkt dreht.

Es ist eine bekannte Tatsache, daß die großen Achsen der Planetenbahnen eine für alle Zeiten unveränderliche Länge haben. Nur der Mond allein macht eine Ausnahme davon. Aber gerade diese befremdende Erscheinung, die — wie Littrow sagt — „die Astronomen lange gequält hat, da sie die Ursache derselben nicht finden konnten", ist uns ein Beweis für die Richtigkeit der aufgestellten Behauptung; diese seltsame Erscheinung findet in dem Vorhandensein einer im dynamischen Mittelpunkte des Universums herrschenden Weltkraft ihre vollkommene Erklärung. Weil nämlich die Erde vermöge dieser Weltkraft um die Sonne keinen Kreis, sondern eine Ellipse beschreibt und daher der Sonne abwechselnd näher rückt und sich von ihr wieder entfernt, so ist auch der störende Einfluß der Sonne auf den Mond kein konstanter, was zur Folge hat, daß die große Achse der Mondbahn in ihrer Länge periodisch verändert wird. Diese Veränderung würde regelmäßig stattfinden, wenn die Erdbahn eine unveränderliche Ellipse wäre; da aber nur die Länge ihrer großen Achse unveränderlich ist, nicht aber ihre Exzentrizität, so geht die Veränderung in der Länge der großen Achse der Mondbahn mit denselben periodischen Schwankungen vor sich.

Die Mondbahn, welche unter dem alleinigen Einfluße der Erde ein vollkommener Kreis wäre, erhält durch den Einfluß der Sonne Ellipsengestalt, und

das Vorhandensein einer im dynamischen Mittelpunkte wirkenden Weltkraft ist es, was die große Achse der elliptischen Mondbahn in ihrer Länge periodisch verändert.

Die Sonne beschreibt um den virtuellen Schwerpunkt des gesamten Fixsternsystems einen Kreis; die Erde um die Sonne eine in ihrer großen Achse konstante Ellipse und der Mond um die Erde eine in ihrer großen Achse veränderliche Ellipse.

Aus dem Leserkreise.

Tromben im Asowschen Meer Ende Juni 1903.

Bemannung und Passagiere, die sich an Bord des der russischen Schifffahrtsgesellschaft gehörigen Dampfers „Dmitrieff“ befanden, sind vor ca. 10 Tagen Zeugen einer der großartigsten und in den südrussischen Gewässern seltenen Naturerscheinung gewesen.

Der Dampfer „Dmitrieff“ führt regelmäßige Fahrten zwischen Odessa und den Häfen der Krim, des Kaukasus und des Asowschen Meeres aus.

Als der Dampfer von seiner letzten Reise von Marioupol, einer Stadt, die nicht weit von der Mündung des Don gelegen ist, zurückkehrte, bemerkten die Leute, die sich an Bord befanden, zur Zeit der Morgendämmerung, daß in großer Entfernung vom Dampfer eine Wolkenmasse, die sich von Ost nach West bewegte, sich plötzlich zum Meere herabsenkte, dabei eine kreisförmige Bewegung ausführend, und sich dann mit einer trichterförmigen Wassersäule vereinigte, die sich von der Meeresoberfläche erhob.

An dieser Erscheinung war nichts bemerkenswertes, es war einfach eine Trombe oder Wasserhose, wie man sie in allen Meeren findet; das merkwürdige aber war, daß sich plötzlich, in einer Entfernung von ungefähr 10 Kilometern von der ersten, unmittelbar eine zweite in konischer Form bildete, und daß man bald darauf — wiederum in großer Entfernung von den beiden ersteren — noch 9 Tromben entstehen sah, die deutlich erkennbar, ebenfalls sehr lebhafte kreisförmige Bewegungen ausführten. Ihre Gestalt war verschieden. Einige hatten die Form eines S, andere die einer Ellipse und wiederum eine andere die einer Säule; eine endlich glich einem mächtigen Schornstein.

Alle diese Tromben hatten die Richtung von Nord-Ost nach Süd-West. Das Phänomen dauerte im ganzen 1 Stunde und 20 Minuten.

Odessa, 2./15. Juli 1903. Charles Lysakowski,
Professor und Staatsrat in Romny (Südrußland).



Eine merkwürdige Erscheinung in einer Gewitterwolke*).

Am Mittwoch, den 8. Juli 1903, nachmittags kurz nach $^3/_4\ 5^h$, beobachtete ich in Finkenkrug, genau über der Villenkolonie Neu-Finkenkrug, in der Richtung nach SW in einem Winkel von 45°, in einer großen dunklen Gewitterwolke eine ganz wunderbare Erscheinung:

*) Wir bitten unsere Leser, falls sie von dieser Erscheinung etwas bemerkt haben sollten, um gefl. Mitteilung. Die Redaktion.

In dieser Gewitterwolke befand sich eine weiße, nach meiner Schätzung etwa 15 bis 20° lange, und im breitesten Teil oben ungefähr 1° breite, schlangenförmige Figur, welche langsam die Form änderte und schließlich nach 3 bis 4 Minuten, einen feinen weißen Streifen zurücklassend, verschwand.

In der Erscheinung bemerkte man eine nach aufwärts steigende schnelle, wellenförmige Bewegung. Es sah aus, als wenn aus einer Dampfmaschine weißer Wasserdampf in die Höhe stieg.

Berlin, 10. Juli 1903. Eugène Rey.
Linnaea. Naturhistorisches Institut.

Kleine Mitteilungen.

Der neue Komet 1903c hat wiederum die Regel bestätigt, daß die Helligkeit eines Kometen, wenn er sich der Sonne nähert, mehr zunimmt, als die Vorausberechnung ergibt. Er ist jetzt ein dem unbewaffneten Auge gut sichtbares Objekt geworden; seine Helligkeit erreichte am 26. Juli bereits die eines Sternes 3,4. Größe, er glich an diesem Abend in der Flächenhelligkeit genau dem Sterne Delta im großen Bären. Bei seinem Durchgang durch dieses bekannte Sternbild muß er auch denen auffallen, die seinen Lauf nicht kennen, verändert er doch das Aussehen dieses Sternbildes ganz außerordentlich.

Wir haben von vielen Lesern Zuschriften erhalten, nach denen der Komet von ihnen unter Benutzung der im vorigen Heft gegebenen Karte sofort am Himmel aufgefunden ist. Im Kometensucher zeigte er in der letzten Woche einen deutlich ausgebildeten Schweif, welcher besonders dann schön hervortritt, wenn man den Kopf des Kometen um ein weniges aus dem Gesichtsfeld bringt, so daß das Licht des Kopfes bei der Betrachtung des matten Schimmers des Schweifes nicht mehr stört. Ich habe — soweit es klar war — den Kometen mit dem großen Fernrohr verfolgt; der Kern ist wie selten scharf definiert und hat bisher noch keinerlei Andeutungen einer Teilung gezeigt, ebenso zeigt die Hülle im Kometenkopf, welche den Kern umgibt, die sogenannte Coma, bisher eine gleichmäßige Lichtverteilung; von dunklen Räumen, wie man sie oft in den Köpfen großer Kometen wahrnimmt, ist noch nichts aufgetreten.

Es ist zu vermuten, daß der Komet bei seiner weiteren Annäherung an die Sonne interessante Änderungen zeigen wird. Nach seiner jetzigen Helligkeit zu urteilen, wird er noch bequem bis Mitte August zu beobachten sein. F. S. Archenhold.

* * *

Die Auffälligkeit der Erscheinung des neuen Kometen wird am besten illustriert durch eine Postkarte, welche an die Direktion der Treptow-Sternwarte gerichtet worden ist. Wir geben diese Karte, die zeigt, wie in allen Schichten der Bevölkerung der Sinn für die Himmelsbeobachtung verbreitet ist, wörtlich wieder:

„Erlaube mir ergebenste Anfrage: Was ist das für ein Stern der sich nach meiner Beobachtung seit 14 Tagen vom Drachen nach dem gr. Bären zu bewegt. Bin hier Nachtwächter und zufällig darauf gekommen, daß der Stern nicht dort für gewöhnlich ist Gebe durch ein X an, wo er vergangne Nacht stand. Da ich noch in keiner Zeitung von einem Erscheinen eines Sternes gelesen erlaube mir diese Anfrage. Wenn erwünscht teile näheres über meine Beobachtung mit.

Hochachtend
G. Knlercke."

X

Gehren b. Luckau
d. 28. 7. 03.

Wir haben dem Fragesteller das letzte Heft des „Weltalls" gesandt, damit es ihm mit Hülfe der Karte möglich ist, bei seinen Nachtwachen den Kometen weiter zu verfolgen.

* * *

Die Gase der Heliumgruppe in der Erd- und Sonnenatmosphäre. Im Jahre 1895 stellte Ramsay aus dem Mineral Cleveit ein neues Gas dar, dessen Spektrum schon aus der Sonnenforschung bekannt war; man hatte dem betreffenden anscheinend nur der Sonne und gewissen Sternen eigentümlichen Stoffe nach J. N. Lockyers Vorgange den Namen „Helium" beigelegt. Nachdem nun die Existenz dieses Elements, eines leichten Gases, auf der Erde nachgewiesen war, fand man es auch bald als Bestandteil unserer Atmosphäre, wenn auch nur in geringen Beträgen und vorwiegend in der Nähe einiger Mineralquellen. Eine genauere Untersuchung der Luft, ausgeführt von Raleigh und Ramsay, lieferte noch vier weitere neue Gase, von denen Argon ein ganzes Prozent der Atmosphäre ausmacht. Viel spärlicher sind die anderen Gase Neon, Krypton und Xenon vorhanden. Für die zwei letztgenannten hat neuerdings Ramsay den Prozentsatz ihres Vorkommens ermittelt. Es wurden 191 kg Luft durch einen Verflüssigungsapparat geleitet, wobei 11,3 kg in den flüssigen Zustand übergeführt wurden. Diese flüssige Luft wurde in einem teilweisen Vakumen wieder verdunstet bis auf einen Rest von 200 Kubikzentimeter, die größtenteils aus Sauerstoff bestanden. Nachdem dieser auf chemischem Wege entfernt war, blieb noch ein Gemisch übrig, aus dessen Verhalten nach mehrfacher Abdampfung berechnet werden konnte, daß vom Krypton ein Gewichtsteil auf 7 Millionen Gewichtsteile Luft, ein Raumteil auf 20 Millionen Raumteile Luft kommen, während erst auf 40 Millionen Gewichtsteile oder 170 Millionen Raumteile Luft ein einziger Teil Xenon kommt. Also würde ein gewöhnliches Zimmer von 120 Kubikmeter Raum nur 6 ccm Krypton und 0,7 ccm Xenon enthalten. (Verhandl. der Royal Society London am 26. März 1903.)

Da das Helium auf der Sonne als ein wesentlicher Bestandteil der oberen Atmosphärenschichten, besonders der Chromosphäre existiert, so darf man auch das Vorkommen der anderen Gase daselbst vermuten. Es frägt sich nur, ob ihre Menge genügt, um sie an ihren Spektrallinien erkennbar zu machen. Wie S. A. Mitchell im Aprilheft des Astrophysical Journal ausführt, wäre als wahrscheinlich anzunehmen, daß die Höhen, bis zu denen sich diese Gase in der Sonnenatmosphäre erstrecken, den Molekulargewichten entsprechen werden. Diese sind für Helium 4, Neon 20, Argon 40, Krypton 82, Xenon 128. Das Chromosphärenspektrum kann nur unmittelbar vor Beginn oder nach dem Ende der Totalität bei einer Sonnenfinsternis beobachtet oder photographiert werden. Naturgemäß ist bei solchen Aufnahmen die Belichtungsdauer für die einzelnen Schichten der Atmosphäre immer kürzer, je niedriger diese Schichten sind. Dieser Umstand wirkt auch vermindernd auf die Intensität der Spektrallinien in den tieferen Teilen der Chromosphäre, so daß Linien, die wegen der Spärlichkeit der erzeugenden Substanz an sich schon schwach sind, nicht mehr auf der Platte abgebildet werden.

Es ist daher wohl verständlich, daß das leichte Helium im Chromosphärenspektrum so auffällig sich bemerkbar macht. Dem Neonspektrum, dessen Linien von Liveing und Dewar bestimmt sind, scheinen nach der von Mitchell ausgeführten Vergleichung die Chromosphärenlinien mit den Wellenlängen) 4047, 4398, 4422, 4431, 4540 und 4844 anzugehören, die sich auf keinen anderen Stoff beziehen lassen. Mit voller Gewißheit läßt sich die Identität jedoch nicht behaupten weil die Lage der Linien im Neonspektrum nur mit mäßiger Genauigkeit ermittelt ist. Das nächst schwerere Gas Argon ist spektroskopisch von Kayser (Bonn) sehr genau untersucht. Die meisten der kräftigeren Argonlinien (wie 4180, 4201, 4259, 4267, 4430) finden sich im Chromosphärenspektrum wieder, freilich nur als schwache Linien, offenbar wegen der geringen Menge des dort vorhandenen Argons. Von den durch Runge (Hannover) genau bestimmten Kryptonlinien konnte dagegen im Chromosphärenspektrum keine einzige nachgewiesen werden und geiches gilt von den Spektrallinien des schwersten der neuen Gase, des Xenons. Daraus folgt, daß diese letzten beiden Gase in den höheren Atmosphärenschichten der Sonne fehlen und auch in den niedrigen nur sehr spärlich vertreten sein können. A. B.

* * *

Apparate aus geschmolzenem Bergkrystall. Man hat wiederholt versucht, Apparate und Gefäße aus reiner Kieselsäure herzustellen, allerdings bisher mit ziemlich negativem Erfolge. Der Firma W. C. Heraeus in Hanau a. M. ist es nun jetzt gelungen, aus geschmolzenem Quarz durch Vervollkommnung der bisherigen Methoden solche Gefäße fabrikmäßig herzustellen. In Verbindung mit der Firma Dr. Siebert & Köhn in Cassel wurde die Fabrikation in größerem Styl aufgenommen. Dem neuen Verfahren wird allgemein großes Interesse entgegengebracht. Man hat bisher schon Fläschchen, Kölbchen, auch mit seitlichem Rohransatz, Röhren, Luftthermometergefäße, Tiegel etc. hergestellt, und zahlreiche Aufträge seitens der Industrie beweisen, daß man diesen in chemischen und physikalischen Instituten viel begehrten Gefäßen große Aufmerksamkeit schenkt. Die Gefäße unterscheiden sich in ihrem Aussehen nicht von Glas, nur ist ihr Erweichungspunkt etwa 800 Grad höher. Man kann z. B. ein Kölbchen aus geschmolzener Kieselsäure direkt in der Gebläseflamme

zu Weißglut erhitzen und dann Wasser hineingießen, ohne daß es den geringsten Schaden leidet. Das neue Glas ist ferner weder hygroskopisch, noch wasserlöslich, es ist gegen viele chemische Agentien völlig widerstandsfähig. Die vorbenannten Eigenschaften illustrieren am besten den großen Wert dieser Gefäße aus geschmolzenem Quarz für viele physikalische und chemische Experimente.

F. S. Archenhold.

* * *

Der 14. Deutsche Mechanikertag findet nach Beschluß des Vorstandes der Deutschen Gesellschaft für Mechanik und Optik am 14. und 15. August dieses Jahres in Ilmenau statt.

In den Verhandlungsgegenständen werden die wissenschaftlichen, gewerblichen und geschäftlichen Interessen des Faches berücksichtigt. Auf der Tagesordnung stehen u. a. ein Vortrag von Geheimrat E. Hagen-Charlottenburg: Elektrische Temperaturmessungen, Prof. A. Böttcher-Ilmenau: Auskühlung und Prüfung hochgradiger Thermometer, Prof. Lindeck-Charlottenburg: Die Beteiligung der Deutschen Präzisionsmechanik und Optik an der Weltausstellung in St. Louis 1904.

Personalien.

Friedrich Deichmüller †

(geb. 1855, Febr. 25., in Stadtilm, gest. 1903, Mai 6., in Bonn).

Deichmüller begann seine Studien an der Universität Jena und setzte sie in Leipzig fort. Nach Beendigung der Studien arbeitete er zuerst an der Leipziger Sternwarte unter Carl Bruhns. 1874 konnte er die nach Tschifu zur Beobachtung des Venusdurchgangs entsandte Expedition begleiten. Noch einmal wurde er zur Beobachtung des gleichen Vorganges im Jahre 1882 mit einer Expedition entsandt, und zwar nach Hartford Conn. U. S. A.



1876 trat er als Assistent in die Bonner Sternwarte ein, an welcher er 1878 die Stellung eines Observators bekleidete. Als solcher lag ihm die Beobachtung und Bearbeitung der AG. Zone + 40° bis + 50° ob. Über diese Arbeit, der sich Deichmüller mit rastlosem Fleiße widmete, berichtet er in dem 1894 herausgegebenen AG. Katalog von 18457 Sternen zwischen + 40° und + 50° Dekl. Mit besonderem Interesse beobachtete er die Veränderlichen, deren er selbst einige entdeckte. Auch bemühte er sich, einige astronomische Instrumente, wie z. B. schwimmende Zenit- und Horizontkollimatoren zu vervollkommnen.

Obenstehend bringen wir das Bild des Verstorbenen, um den außer der Wittwe noch zwei Söhne trauern. Zu früh hat der Tod diesen reichbegabten und unermüdlichen Astronomen, der es verstand, auch weitere Kreise durch lichtvolle Darstellungen für seine Wissenschaft zu interessieren, mitten aus seiner Arbeit gerissen.

* * *

Andrew Ainslie Common

(geb. 1841, August 7., in Newcastle, gest. 1903, Juni 2., in Ealnig b. London).

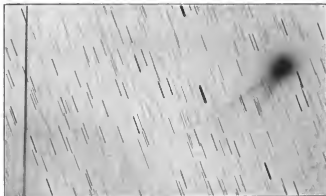
Aus einem Liebhaber der Astronomie hat sich Common zu einem hervorragenden Astronomen entwickelt; als Ingenieur wurde es ihm leicht, sich selbst ein 36zölliges Spiegelteleskop zu konstruieren, mit dem er die Oberfläche der Planeten zeichnete und Nebelflecke photographierte. Er erhielt 1884 für eine Aufnahme des Orionnebels die goldene Medaille der Royal Astronomical Society in London. Ein Spiegelteleskop von 5 Fuß Öffnung wurde 1891 von ihm vollendet, jedoch sollte es aus der Newton-Form zu einem Cassegrain gemacht werden, da Common durch einen Fall von der Leiter die Gefährlichkeit der Newton-Aufstellung am eigenen Leibe kennen gelernt hatte. Auch war er in letzter Zeit vielfach mit Arbeiten für Artillerieteleskope beschäftigt. Bei diesen Arbeiten überraschte ihn der Tod. Seine Veröffentlichungen finden sich zumeist in den Monthly Notices der R. Astron. Society.

F. S. Archenhold.

Für die Schriftleitung verantwortlich: F. S. Archenhold, Treptow-Berlin; für den Inseratenteil: C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin W.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

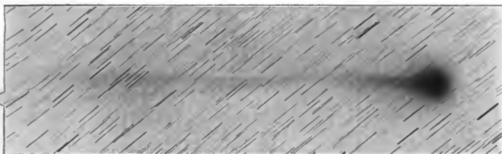
Beilage zur illustrierten Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete
„DAS WELTALL“ Jahrgang 3, Heft 23.

Drei Aufnahmen des Borrellyschen Kometen 1903c.

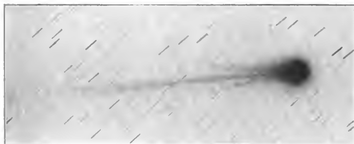


Sternschnuppe

1903 Juli 2. Exponiert von $12^h\ 5^m$ bis $14^h\ 5^m$.



1903 Juli 15. Exponiert von $10^h\ 0^m$ bis $11^h\ 0^m$.



1903 Juli 25. Exponiert von $10^h\ 12^m$ bis $11^h\ 12^m$.

Photographiert von Professor Max Wolf-Heidelberg mit dem 16zölligen Bruce-Teleskop.

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

3. Jahrgang. Heft 23. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte. 1903 September 1.

Verlag von C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin.

Diese Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. — Abonnementspreis vierteljährlich Mark 2.— (Ausland Mark 2.50), einzelne Nummer 50 Pfg. franko durch den Verlag, Berlin W. 35, Schöneberger Ufer 43, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungspreisliste 8344).

INHALT.

Professor L. Weineks zwanzigjährige Direktionstätigkeit an der K. K. Sternwarte in Prag.

Am 1. Oktober 1903 werden es 20 Jahre, daß der verdienstvolle Direktor der K. K. Sternwarte in Prag, Herr Professor **Weinek**, dessen Bildnis wir nebenstehend geben, mit energischer Hand die Leitung dieses Instituts ergriff.



20 Jahre eiserner Arbeit, treuester Pflichterfüllung und rastlosen Strebens liegen hinter ihm und dürfte es unsere Leser, denen Herr Professor **Weinek** durch so manchen Artikel im „Weltall" schon ein guter Bekannter ist, interessieren, einiges über sein Leben und seine Arbeit zu erfahren.

Ladislaus Weinek wurde 1848, Februar 13., zu Ofen (Budapest) in Ungarn geboren. In seiner Vaterstadt absolvierte er auch das ganze Gymnasium und bestand 1865 dortselbst mit Auszeichnung die Maturitätsprüfung. Mit einem Ministerial-Stipendium bezog er hierauf die Wiener Universität und studierte dort vier Jahre Mathematik, Physik und Astronomie.

Im Oktober 1870 bestand er in Wien die Gymnasiallehrerprüfung und das mathematisch-physikalische Rigo-

rosum des phil. Doktorats mit Auszeichnung, ging 1871 nach Berlin, um sich hier ausschließlich astronomischen Studien hinzugeben. Am 1. März 1880 wurde er in Jena zum Doktor der Philosophie promoviert.

1872 bis 1873 stand Professor Weinek zu Leipzig in Diensten der K. sächsischen Gradmessung und war dann in Großenhain und München als Astronom tätig. Im Sommer 1873 wurde er nach Schwerin i. M. berufen, um dort an den Vorarbeiten für die Beobachtung des Venusdurchganges vom 8. Dezember 1874 teilzunehmen und mit der Leitung der Station betraut zu werden. Nachdem er von dort nach Straßburg und bald darauf wieder nach Schwerin zurückberufen war, wurde er im Juni 1874 zur Beobachtung des Venusdurchganges mit der deutschen Korvette „Gazelle“ nach der Kerguelenstation als stellvertretender Expeditionsleiter entsandt. Nach seiner im März 1875 erfolgten Rückkehr, bekleidete er das Amt des ersten Observators an der Leipziger Sternwarte bis zum August 1882 und war von diesem Zeitpunkt bis September 1883 auf den Privatsternwarten von Auerbach in Goblis und von Engelbardt in Dresden tätig.

Am 1. Oktober 1883 wurde L. Weinek zum ordentlichen Professor der theoretischen und praktischen Astronomie an der K. K. deutschen Universität in Prag und gleichzeitig zum Direktor der dortigen K. K. Sternwarte ernannt. Ein reiches und dornenvolles Arbeitsfeld wartete hier seiner.

Die Einrichtung der Prager Sternwarte war die denkbar primitivste; z. B. wurde 1883 noch die ganze Sternwarte durch qualmende Öllampen beleuchtet; Professor Weinek führte sofort die Gasbeleuchtung ein, und erst im Frühjahr 1903 gelang es, für die Dachböden, den Turm und das durch Prof. Weinek nach seinen eigenen Plänen 1886 erbaute Meridianzimmer das elektrische Licht zu erhalten. Nach dem Bau dieses eben erwähnten Zimmers und der Aufstellung des Instrumentes nahm die Prager Sternwarte in Verbindung mit Berlin und Potsdam eifrig an den Polhöhenmessungen zur Konstatierung kleiner Erdachsenschwankungen teil und erhielt hierfür 1890 ein offizielles Dankschreiben der Internationalen Erdmessungskommission.

Die K. K. Sternwarte in Prag wurde im Jahre 1751 von dem Jesuiten Stepling erbaut. Man erkannte schon nach 50 Jahren die Notwendigkeit eines Neubaues im Prinzip an. Bislang ist jedoch alles Bemühen, dieses Prinzip in die Praxis umzusetzen, vergeblich gewesen. Einerseits mag dies auf Mangel an Kapital, andererseits wenigstens zum großen Teile auf die gegenseitigen Eifersüchteleien und Hetzereien der Deutschen und Czechen gegeneinander zurückzuführen sein. Möge dieser Streit im Interesse der astronomischen Wissenschaft bald beigelegt sein.

Ein eigenartiges Jubiläum steht der Sternwarte im nächsten Jahre bevor: Es sind dann nämlich 100 Jahre verstrichen, daß der Troughtonsche Vollkreis für 4000 Fl. erworben wurde, der bis heute noch gänzlich unbenutzt bleiben mußte, ebenso wie der Fraunhofer-Starkesche Meridiankreis, der 1828 für 4000 Fl. in den Besitz der Sternwarte kam und ebenfalls bisher (also 75 Jahre) noch nicht gebraucht werden konnte; das gleiche Schicksal teilte das Fraunhofer-Starkesche Passageinstrument, welches für 2200 Fl. gekauft wurde und von 1828 bis 1886, also 58 Jahre nicht benutzt werden konnte. Erst nach dem Bau des Meridianzimmers ließ Prof. Weinek dieses Instrument in demselben aufstellen, während die beiden erstgenannten nicht eher fest aufgestellt und in Gebrauch genommen werden können, als bis einmal der Neubau der Sternwarte zur Tat geworden sein wird. Man denke, daß die zur Beschaffung der Instrumente aufgewendeten

Summen seit 99 bezw. 75 und 58 Jahren ein totes Kapital repräsentieren; zieht man dazu noch in Betracht, daß die Instrumente, welche zur Zeit ihrer Erwerbung ganz vorzüglich waren, nach so langer Zeit im Vergleich zu modernen Instrumenten fast völlig ihren Wert eingebüßt haben, so kann man nicht umhin, es geradezu als eine Geldverschwendung zu bezeichnen, daß der zu ihrer Aufstellung nötige Bau unterblieb.

Der Neubau der Sternwarte ist auch schon aus dem Grunde erforderlich, weil die jetzige Lage der Sternwarte, inmitten der Stadt, gänzlich ungeeignet ist, da die Beobachtung durch den Qualm, den Staub und das blendende Licht der Straßenbeleuchtung außerordentlich erschwert werden. Es wäre also ein außerhalb der Stadt gelegener Ort mit freiem Ausblick als neuer Standort der Sternwarte dringend erwünscht.

Nach dem Vorhergesagten erscheint die Fülle von Beobachtungen und Publikationen, welche Prof. Weinek teils selbständig herausgegeben, teils mit andern hervorragenden Astronomen zusammen veröffentlicht hat, umso bewundernswerter. Es liegt in diesem Gelehrten eine erstaunliche Arbeitskraft, eiserne Energie und trotz der schwierigen Verhältnisse, mit denen er zu kämpfen hat, eine unverwüstliche Arbeitsfreudigkeit.

Zahlreiche Schriften zeugen von den eifrigen Beobachtungen; unter ihnen ragt hauptsächlich die reichhaltige Mondliteratur*) hervor, ebenso wie die Arbeiten über Polhöhenmessungen und über den Aufenthalt auf der Kerguelen-Insel, über die Bedeutung der Photographie in der messenden Astronomie und über die Tychonischen Instrumente auf der Prager Sternwarte. Hierzu gesellen sich zahlreiche Bände astronomischer Beobachtungen auf der Prager Sternwarte, abgesehen von den schon erwähnten Mondarbeiten, die mit Originalzeichnungen und Aufnahmen des Mondes von Weinek reich illustriert sind. In vielen wissenschaftlichen Zeitschriften finden sich außerdem noch Arbeiten des rastlosen Forschers, die doppelt gezählt werden müssen, weil sie unter den schwierigsten Prager Verhältnissen angefertigt sind. Eine große Anzahl wissenschaftlicher Gesellschaften des In- und Auslandes hat Weinek wegen seiner großen Verdienste um die astronomische Forschung, insbesondere wegen seiner Entdeckungen auf dem Monde, zum Mitgliede ernannt.

Fast alle Ausstellungen der letzten Jahre von 1890 an wurden von Professor Weinek mit seinen Mondarbeiten beschickt und überall trugen ihm diese reiche Anerkennung, Medaillen und Ehrenzeichen ein. Auch mangelt es ihm nicht an äußeren Ehrenbezeigungen, Orden und Verdienstkreuzen, die ihm nicht nur von der österreichischen Regierung, sondern auch von zahlreichen ausländischen Staaten verliehen wurden.

Zu dem nun bevorstehenden Jubiläumstage, an welchem Herr Prof. Weinek auf zwei Jahrzehnte segensreichen Wirkens in Prag zurückblickt, können wir dem verdienstvollen Gelehrten, welcher auch vom „Verein von Freunden der Treptow-Sternwarte“ zum Ehrenmitgliede erwählt worden ist, nichts besseres wünschen, als daß es ihm vergönnt sein möge, recht bald die langersehnte und erstrebte neue Beobachtungsstation zu erhalten, und daß ihm dann noch eine lange Reihe von Jahren freudiger Arbeit an derselben bescheert sein möge. F. S. Archenhold.

*) Vergl. „Das Weltall“, Jg. 2. S. 121: Weineks Mondstudien von Prof. S. Günther.



Über ringförmige Gebilde um Sonne und Mond, sowie verwandte atmosphärisch-optische Erscheinungen.

Von Aug. Sieberg.

Schon von jeher haben abnorme Lichterscheinungen in der Luft die Aufmerksamkeit der Menschen auf sich gelenkt und die Phantasie in hohem Maße beschäftigt. Da man sich ihre Bedeutung und Entstehungsursachen nicht zu erklären vermochte, was lag da näher, als daß man ihnen eine übernatürliche Bedeutung beimaß, und daß Kultus und Aberglaube sich ihrer bemächtigten? So erblickten die alten Germanen und Skandinavier im Regenbogen die farbenprächtige, für den Menschenfuß unbetretbare Brücke, welche Asgard, die Wohnung der Götter, mit der Erde verband. Dem Mittelalter erschienen die Schweife der Kometen als Zuchtruten, die Gott zur Warnung der sündigen Menschheit zum Fenster des Himmels herausstreckte, und welche, gleich wie die Verfinsterungen von Sonne oder Mond, kommendes Unheil ankündeten. Wer erinnert sich nicht des flammenden Kreuzes, welches dem römischen Kaiser Konstantin dem Großen vor der Schlacht an der milvischen Brücke (28. Oktober 312) erschien, und dessen Anblick seine Soldaten zu solcher Tapferkeit entflammte, daß sie den Sieg über das Heer des Maxentins davontrugen? Die Sagen von versunkenen Städten, die zu schauen nur wenigen vom Schicksal besonders begünstigten Menschenkindern vergönnt war, verdanken wohl in den meisten Fällen Luftspiegelungen ihre Entstehung.

Als sich aber seit der Wende des XVII. Jahrhunderts die physikalischen Kenntnisse immer mehr erweiterten und nach und nach in immer weitere Kreise eindrangen, da zog der Forschungsgeist auch sie in seinen Bereich, zergliederte sie nach Art und Entstehung, und entkleidete sie damit ihres übernatürlichen Beiwerkes. Mit allen derartigen Erscheinungen, welche nicht, wie die Kometen, in das Gebiet der Astronomie, oder, wie Blitze und Nordlichter, in das der Luftelektrizität entfallen, beschäftigt sich die meteorologische Optik; wenn auch in manchen Fällen die Theorie noch nicht völlig abgeschlossen ist, so hat doch die Wissenschaft auch hier sehr Beachtenswertes*) geleistet.

Die an dieser Stelle zu besprechenden atmosphärischen Lichterscheinungen verdanken sämtlich ihre Entstehung der Beugung oder aber der Brechung und Reflexion der Lichtstrahlen fremder, nur unter besonderen Umständen in der Lufthülle unserer Erde, der Atmosphäre, vorhandener Körper.

Bekanntlich erleiden die Lichtstrahlen, namentlich die von Himmelskörpern ausgesandten, auf ihrem Wege durch die Atmosphäre mannigfache Ablenkungen und Störungen, und geben dadurch Veranlassung zu einer Reihe von Lufterscheinungen, welche man als Sonnen- bezw. Mond-Höfe, oder aber als Ringe, Kränze, Nebensonnen bezw. Nebenmonde bezeichnen hört und nach Aristoteles unter der gemeinsamen Bezeichnung Halo (ἅλως) zusammenfaßt. Die beiden Ausdrücke Höfe und Ringe gebraucht man vielfach für einander; jedoch wollen wir der Unterscheidung Pernters folgen, welche allein dem Sprachgebrauche der Physiker entspricht.

Unter einem Hofe versteht man einen diffusen Lichtsaum von nur wenigen Graden Halbmesser, der sich um Sonne oder Mond, oder in seltenen Fällen auch um heller leuchtende Planeten zeigt, und zwar meist in Gestalt eines bläulich-

*) Vergl. nur u. a. das grundlegende Werk von J. M. Pernter: „Meteorologische Optik“, Wien und Leipzig 1902.

weißen, deutlich rot eingefaßten Feldes mit dem betreffenden Gestirn als Mittelpunkt; an dieses Rot schließen sich die Farben des Regenbogens an, bisweilen sogar in zwei- bis dreifacher Wiederholung. Frauenhofer und Sohncke haben experimentell gezeigt, daß die Höfe infolge von Beugung der Lichtstrahlen durch kleine Tröpfchen entstehen; denn die Wasserteilchen, aus denen sich die Wolkenschleier zusammensetzen, wirken in ihrer Gesamtheit als Beugungsgitter. Dies wies Exner auch theoretisch nach und gab dabei gleichzeitig Anleitung, aus dem Halbmesser der Höfe die Größe der Tropfen zu berechnen, welche nach den Messungen von Kämtz einen Durchmesser von etwa 0,0215 mm besitzen. Je kleiner aber die Tröpfchen sind, um so größer sind die Farbenringe. Während daher scharf begrenzte Höfe mit deutlich ausgebildeten Spektralfarben auf das Vorhandensein von außerordentlich winzigen Tröpfchen nahezu gleicher Größe hindeuten, haben kleine helle Flecken um die Gestirne mit verwaschenen Rändern solche mit größerm und wechselndem Durchmesser zur Ursache.

Grundverschieden hiervon sind die Ringe, welche sich meist konzentrisch in größerer Entfernung mit ganz bestimmtem Halbmesser (22°, 46° und 90°) so um den Himmelskörper lagern, daß zwischen ihnen und dem letztern das dunkle Firmament sichtbar bleibt. Zu diesen Lichtkreisen gesellen sich manchmal noch weitere, die sich mit den erstern in verschiedenartigster Weise kreuzen oder berühren, die parhelischen Ringe oder Nebensonnenkreise und die Berührungsbögen. Hierher gehören auch die Nebensonnen (παρήλιος) und Nebenmonde (παρασελήνη), sowie die Lichtsäulen, welche sich von heller leuchtenden Himmelskörpern oft über einen großen Teil des Firmamentes erstrecken. Sie alle werden hervorgerufen durch Brechung und Reflexion der Lichtstrahlen in Eiskrystallen, wie sie ausnahmslos nur in Cirruswolken vorkommen; hierzu sagt Günther*) folgendes:

„Es ist mit Sicherheit zu vermuten, daß die Eisprismen entweder ein regelmäßiges Drei- oder Sechseck zum Querschnitt — senkrecht auf den Seitenlinien — haben. Liegen nun sehr viele Prismen ganz oder fast ganz so, daß beim Durchgange der Strahlen die kleinste Ablenkung erzielt wird, so werden nach der diesem speziellen Winkel entsprechenden Richtung sehr viele Strahlen gebrochen werden, und aus jenen Stellen des Firmamentes, deren sphärischer Abstand vom leuchtenden Körper diesen Winkelwert hat, werden besonders viele Lichtstrahlen ins Auge gelangen; die Umgebung wird dorthin schon viel weniger Licht entsenden, und von einer gewissen Grenze ab geht das Licht völlig am Beobachter vorbei. Es bedarf also, damit sich ein schmaler Lichtkranz bilde, lediglich einer solchen Anordnung der Eisprismen gegenüber den aus dem Weltenraum kommenden Strahlen, wie wir sie soeben als notwendige und auch zureichende Bedingung kennen gelernt haben".

Zur Erklärung all der sonderbaren Luftgebilde, die in Begleitung der einfachen Halos auftreten können, muß man jedoch von der Annahme ausgehen, daß der bei weitem größte Teil der langsam zur Erde herabsinkenden Eisnädelchen sich mit der Hauptaxe vertikal stellt und nur einzelne kleinere Gruppen hiervon abweichende Richtungen einnehmen, was natürlich nur bei verhältnismäßiger Ruhe der Luftbewegung in den oberen Schichten der Atmosphäre eintreten kann. Ob man aber, wie Galle dies tut, gewillt ist anzunehmen, daß den sechsseitigen Prismen oben und unten kleine regelmäßige Pyramiden von derselben Seitenzahl

*) S. Günther, „Handbuch der Geophysik", II. Band, Seite 126, Stuttgart 1899.

aufgesetzt sind, möge dahingestellt bleiben, wenn auch das Vorkommen von elliptischen Halos dies nahelegt.

Ohne auf die eigentliche Theorie der einzelnen Formen, deren Richtigkeit nur auf mathematischem Wege gezeigt werden kann, genauer einzugehen, wird es doch möglich sein, durch einfache Anschauung die wesentlichsten Gesichtspunkte, welche für die Erklärung maßgebend sind, festzuhalten. Bemerkt sei noch, daß in den nachstehenden Figuren gleiche Zahlen und Buchstaben für die entsprechenden Teile gewählt wurden; vergl. namentlich die schematische Darstellung Fig. 6.

Als einen Ring von 22° bezeichnet man einen leuchtenden Kreis I von dem bezeichneten Radius, der mit dem betreffenden Gestirn *S* konzentrisch ist; nach der Lichtquelle zu ist er leidlich scharf abgegrenzt, wird aber nach außen hin immer verwaschener, um sich schließlich im diffusen Lichte zu verlieren. Die Farbenreihenfolge ist, im Einklange mit der Theorie, entgegengesetzt derjenigen im Regenbogen; jedoch ist meist nur das der Lichtquelle zunächst liegende Rot deutlich unterscheidbar.

Auch die Ringe von 46°, II, liegen zur Lichtquelle konzentrisch, und gewähren im wesentlichen denselben Anblick wie die vorerwähnten kleineren Halos, nur daß die Farben in der umgekehrten Reihenfolge angeordnet sind.

Die beiden Ringe von 22° und 46° erklären sich verhältnismäßig einfach, indem sie als Maxima der Ablenkung zu brechenden Winkeln von 90° und 60° gehören. Die meist weißen horizontalen Kreise IV, die sogen. Nebensonnenkreise, und die vertikalen Lichtsäulen hat man sich höchstwahrscheinlich als durch fortlaufende Spiegelung des Sonnen- bezw. Mondbildes an vertikal stehenden Prismen entstanden zu denken. Während diese Spiegelung aber bei den horizontalen Streifen, welche als ein nur wenig ausgebildeter parhelischer Kreis aufgefaßt werden müssen, an den vertikalen Grenzflächen auftritt, werden bei den senkrechten Lichtsäulen die Sonnenbilder von den horizontalen reflektiert, woraus folgt, daß die Vertikalität der letzteren nur eine scheinbare, also eine Projektionswirkung ist, indem die Spitze zum Beobachter hinneigt. Sind Horizontalstreifen und Lichtsäulen, die übrigens oft eine nur mäßige Ausdehnung besitzen, gleichzeitig vorhanden, so hat man eins der interessanten Lichtkreuze vor sich, Fig. 4b. Auch kann unter besonderen Umständen, wenn in den Eisnädelchen totale Reflexion eintritt, an einzelnen Stellen, namentlich aber an den Kreuzungen der horizontalen Kreise mit den Ringen, eine solche Vermehrung der Lichtintensität stattfinden, daß dieselbe als Nebensonne *E* wahrgenommen wird; bisweilen ordnen sich ganz analoge Erscheinungen um den der Sonne gegenüberliegenden Punkt, in welchem dann regelmäßig eine Gegensonne wahrgenommen wird. Weiterhin verdienen noch Beachtung die genau über oder unter der wahren Sonne sichtbaren vertikalen Nebensonnen und die gelegentlich zum Zenith konzentrischen Berührungsbogen VI und III der beiden Ringe von 22° und 46°, welche eine diesen entgegengesetzte Krümmung zeigen und auch wohl ohne die Ringe beobachtet werden; Fig. 1, 2 und 3 zeigen verschiedene typische Formen der Berührungsbögen des kleinen Ringes. Natürlich ist die Deutung ihrer Entstehung nicht so einfach, vielmehr oft recht verwickelt, und dazu nicht immer einmal hinreichend einwurfsfrei.

Die einfachen Höfe und Ringe um Sonne oder Mond sind nicht so selten als man gewöhnlich annimmt, besonders in den höheren Breiten; nur entziehen sie sich, vor allem bei der Sonne, häufig der Wahrnehmung infolge der Helligkeit

in der Umgebung. (Daher leisten zu solchen Beobachtungen gefärbte Gläser gute Dienste.) So berichtet Aepinus, er habe vom 23. April bis zum 30. September 1758 zu St. Petersburg 26 Höfe bemerkt, viele andere ungerechnet, welche zu dieser Zeit nur undeutlich hervortraten, und Galle erwähnt 78 Ringe, die er vom Januar 1838 bis Juli 1839 in Berlin gesehen hat. Messerschmitt führt 118 Sonnen- und 571 Mondringe an, die er in den deutschen und englischen Schiffsjournalen für den Zeitraum 1855 bis 85 aufgezeichnet fand.

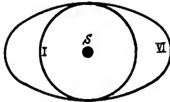


Fig. 1. Halo circonscrit oder elliptischer Berührungsbogen.

Infolge dessen konnte man dazu übergehen, zu untersuchen, ob sich im Auftreten der Halophänomene eine gewisse Gesetzmäßigkeit offenbare. So glaubte denn schon frühzeitig Fritsch eine tägliche und jährliche Periode erkennen zu können, und besonders die letztere wurde von Hellmann an Hand der in Upsala, New-York und an japanischen Stationen ausgeführten Beobachtungen, von Neumayer für Melbourne und von Messerschmitt für den atlantischen Ozean unzweideutig erwiesen. Das Resultat dieser Untersuchungen ist dahin zusammen-

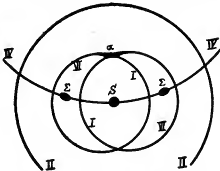


Fig. 2. Arcs obliques de Lowitz. Mittlerer Teil des Petersburger Phänomens vom 18. (29.) Juni 1790.

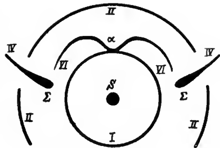


Fig. 3. Aufwärts gekrümmter Berührungsbogen mit herabhängenden Enden des Halophänomens zu Ede vom 19. Juni 1900.

zufassen, daß sich das Maximum der Sonnenringe kurz vor Mittag, das der Mondringe gegen Mitternacht zeigt; bei letzteren tritt noch ein sekundäres gegen 8 Uhr abends auf. Bezüglich der jährlichen Periode ist zu bemerken, daß auf der nördlichen Erdhälfte die Sonnenringe am häufigsten im späten Frühjahr und am wenigsten im Winter auftreten, während die Mondringe am seltensten zur Zeit des hohen Sonnenstandes, am häufigsten im Winterhalbjahre sind; ein etwas abweichendes Verhalten zeigen die Beobachtungen von Melbourne für die südliche Hemisphäre

Nachdem man einmal so weit gelangt war, lag es nahe, nach einem etwaigen Zusammenhange zwischen der Periode in der Häufigkeit der Halos und andern Elementen zu suchen. So gelang es Vincent, eine Übereinstimmung derselben mit dem Auftreten der Cirruswolken nachzuweisen, und Messerschmitt ist geneigt, einen ähnlichen Verlauf der Halos wie bei den Sonnenflecken bezw. Polarlichtern anzunehmen, wenn ihm auch das vorhandene Material für eine sichere Entscheidung hierüber noch nicht als ausreichend erscheint. Mit der Untersuchung, ob die Halos als Vorboten von Niederschlägen zu betrachten sind, hat sich Fritsch beschäftigt und dabei gefunden, daß weder Ringe noch Höfe, wohl aber Nebensonnen als solche aufzufassen sind; bei letztern zeigt sich anscheinend gleichfalls eine Abhängigkeit von der Windstärke, indem die Regenwahrscheinlichkeit in den Jahreszeiten mit vorwiegend ruhiger Luftbewegung am größten ist und umgekehrt. Auf die Bedeutung der Halos für die Witterungsprognosen wies Cornu hin, während Busch die Polarisation des Sonnenringes von 22° eingehender untersuchte.

Wie man aus all dem ersieht, hat sich aus der Häufigkeit der einfachen Halos schon manche interessante Tatsache herleiten lassen, wenn auch dem Forscher gerade hier noch ein weites Arbeitsfeld offen liegt.

Anders verhält es sich aber mit dem Vorkommen der ausgeschmückten Halos und ihren verwickelten Nebenerscheinungen; es liegt schon in der Natur der Sache, daß es zu deren Bildung nur verhältnismäßig selten kommen kann. Von solchen sind wohl am meisten bekannt infolge ihrer eingehenden, mit Abbildungen versehenen Beschreibung durch Kusse*) nämlich das Römische Phänomen, dessen Augenzeuge der als Optiker bekannte Jesuit Scheiner am 20. Mai 1629 zwischen 2 bis 3 Uhr Nachmittags war, das Danziger Phänomen, beobachtet von Hevel am 20. Februar 1661 um 11 Uhr Vormittags, sowie das vom Akademiker Lowitz am 18. (29.) Juni 1790 beobachtete Petersburger Phänomen. Die Beschreibungen noch mancher schönen Halobeobachtung sind in den verschiedenen Jahrgängen der „Meteorologischen Zeitschrift", der Meteorologischen Monatsschrift „Das Wetter", den Berichten der Polarforscher u. a. m. verstreut enthalten. Als besonders wertvoll durch die Fülle der Aufzeichnungen und Abbildungen derartiger Phänomene sei hier auf die einzelnen Bände der vom Königl. Niederländischen Meteorologischen Institut alljährlich herausgegebenen Veröffentlichung *„Onweders, optische verschijnseln enz. in Nederland"*, sowie die *„Mededelingen uit de journalen betreffen de bijzondere meteorologische verschijnselen in sommige gedeelten van den ozean"* hingewiesen, wobei nicht unerwähnt bleiben soll, daß gerade in dem kleinen Nachbarstaate Holland die Beobachtungen der Halos einen bemerkenswerten Umfang erreicht haben. So befindet sich in meinem Privatbesitze ein noch ungedrucktes, reich illustriertes Manuskript von Chr. A. C. Nell (s'Gravenhage) *„Beschrijving van merkwaardige halo's waargenomen te s'Gravenhage in de jaren 1896—98"*, welches nicht weniger als 46 Halobeobachtungen dieses Herrn umfaßt, und ein glänzendes Zeugnis ablegt für die Resultate, welche ein aufmerksamer und sachkundiger Beobachter unter günstigen natürlichen Verhältnissen auf diesem Gebiete zu erzielen vermag.

*) Kusse: „Die drei wichtigsten älteren Hof- und Nebensonnen-Phänomene, nämlich das Römische, das Danziger und das Petersburger Phänomen, genau nach den Quellen dargestellt, nebst Bemerkungen über derartige Phänomene überhaupt". In Grunerts Beiträgen zur meteorologischen Optik und zu verwandten Wissenschaften I. Teil, II. Heft, Leipzig 1848.

Ich schätze mich nun glücklich, 3 sehr schöne Haloerscheinungen während der Jahre 1900 und 1902 beobachtet zu haben, welche wegen ihrer typischen Form gleichfalls zur Illustrierung der vorhergehenden Ausführungen hier kurz beschrieben sind.



Fig. 4. Aachener Sonnenkreuz vom 28. Mai 1900.

Im ersten Falle, am 28. Mai 1900, handelte es sich um ein sogenanntes Sonnenkreuz. Am besagten Tage war der Himmel mit einem gleichmäßigen und ziemlich dichten Cirrostratus-Schleier überzogen, wobei ein Hof die Sonne umgab, dessen unterer Teil sich eben über den Horizont erhob.

Gegen 5,15 a (Ortszeit, gegen mitteleuropäische Zeit um 36 Minuten zurück) zeigte sich rechts unten von der Sonne ein Stück eines Ringes, welches von innen nach außen schwach rotbraun und gelb gefärbt erschien, um dann in dem Luftton zu verschwimmen; von seinem Außenrande gingen hellere radiale Strahlen aus, während die Sonne selbst einen langen Lichtstreifen senkrecht nach oben entsandte (Fig. 4a). Um 5,45 a etwa hatte sich das Bild insofern geändert, als jetzt die Sonne statt des einen vier zu einander senkrecht stehende Strahlenbündel aufwies, von denen das obere jedoch das längste und intensivste blieb (Fig. 4b). Allmählich verblaßten die horizontalen Streifen, während der Abschnitt des Ringes zur linken Seite hinüberwanderte (Fig. 4c). Mit zunehmender Helligkeit wuchs zunächst auch die Lichtstärke des Halo, die etwa um 5,50 a ihr Maximum erreichte, um von da an wieder abzunehmen, gegen 6,30 a war von der Erscheinung nichts mehr zu sehen.

Der Erklärung harren noch die von dem Abschnitte des Sonnenringes mit dem Halbmesser 22° ausgehenden radialen Strahlen, welche nicht etwa mit den Strahlenbündeln beim „Wasserziehen der Sonne", den sogenannten *„rayons crépusculaires"* identifiziert werden dürfen, obwohl auch diese einen niedrigen Sonnenstand voraussetzen; Aufzeichnungen analoger Beobachtungen sind mir bis jetzt noch nicht zu Gesicht gekommen. (Fortsetzung folgt.)



Ungewöhnliche Regenbogenerscheinung.

Die manchmal überaus klare Atmosphäre am Ostfuße der Hochvogesen ermöglichte am Nachmittage des 10. Mai wieder eine seltene, vielleicht bisher einzig dastehende optische Beobachtung. Von mehreren zuverlässigen Personen wurden zwischen 4 und 5^h drei getrennte Regenbogen übereinander gesehen, anstatt der gewöhnlichen zwei, des Haupt- und Nebenregenbogens. Das geschah von der Sohle des Münstertales aus, teils in der Stadt Münster selbst (Meereshöhe etwa 380 m), teils von der Haltestelle des im Westen benach-

barten Ortes Luttenbach (Meereshöhe 400 m). Ein Beobachter, der um jene Zeit auf dem etwa 100 m höheren Mönchberg verweilte, Herr Chemiker Léonhart, sah sogar vier getrennte Bogen. Er schrieb mir durch Vermittlung seines Vaters folgendes:

„Kleiner Regen mit Westwind gegen $4^1/_2$ Uhr, ohne große Tropfen. Im Großtal[1]) aber bemerkte man starken Strichregen, welcher den Schnepfenriedkopf ganz verdeckte. Um $^3/_4$5 ungefähr erschien der normale Regenbogen *B* in vollem Bogen, vom Narrenstein bis zum Schloßwald, kurz nachher der obere zweite Bogen *A*, konzentrisch mit dem ersten, die Farben in umgekehrter Reihenfolge, etwas verschwommen, heller und breiter als der Bogen *B*. Gleich darauf unter dem Bogen *B* und scheinbar konzentrisch mit ihm zwei kleinere Bogen *C* und *D*, bei welchen nur die Farben violett und blau, in derselben Reihenfolge wie beim normalen, zu bemerken waren. Die Erscheinung dauerte ungefähr 10 Minuten.“ (Fig. 1).

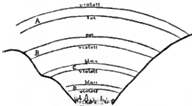
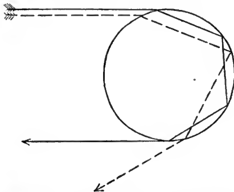


Fig. 1. Die vier Regenbogen über Münster, von Leonhardt.

Die andern Beobachter, die von verschiedenen Orten des Großtales selbst aus jedenfalls den Regenbogen *C* neben *A* und *B* erkennen konnten, stimmen darin überein, daß der Regen vor der Erscheinung sehr großtropfig war, später in eine feintropfige Form überging. Der erstere Umstand ist wichtig für die physikalische Erklärung, denn die Regenbogen kamen der Zeitfolge nach, in der großtropfigen Regenwand, nachdem diese nach Osten von den Beobachtungsorten verlegt war, zustande.


Fig. 2.
——→ Strahlengang eines anormalen Regenbogens.
– – → Strahlengang des Hauptregenbogens.

Bei Versuchen, Regenbogenerscheinungen an besonnten Wasserstrahlen messend zu verfolgen, hatten Fresnel und Babinet[2]) zwei Paar Regenbogenstreifen erhalten, an Wasserstrahlen von 0,5 mm Durchmesser. Billet aber erzielte mehr als neun Paar Streifen an Wasserstrahlen von 1,3 bis 2 mm Durchmesser. Von großtropfigem Regen wird demnach ebenso wie von den dickeren Wasserstrahlen das sichtbare Auftreten einer größeren Anzahl von Regenbogen begünstigt.

Die normalen Bogen *C* und *D* müssen ihrer Lage nach durch Sonnenstrahlen veranlaßt sein, die von oben in die Tropfen einfielen, wie beim Hauptregenbogen, nicht wie beim Nebenregenbogen von unten. Dafür zeugt auch die beobachtete

[1]) Das eigentliche Münstertal. Die Buchstaben sind der Abb. 1 entsprechend abgeändert.

[2]) Krebs, Die Regenbogen und ihre Theorie, in Heft 200 der Sammlung gemeinverständlicher wissenschaftlicher Vorträge von Virchow und Wattenbach. Hamburg 1894, S. 4 bis 5.

Farbenfolge des Spektralbandes, die derjenigen im Hauptregenbogen entspricht. In Abb. 2 ist der Strahlengang eines solchen anomalen Bogens neben demjenigen des Hauptregenbogens in ein Tropfenschema eingetragen. Jener Strahlengang hat vor diesem die mehrfache Spiegelung, innen an der Tropfenwand, voraus.

Die Farben reichten aber bei beiden anomalen Bogen nur von blau bis violett. Die stärker brechenden Farben erschienen sämtlich ausgelöscht (Fig. 1). Auch hierfür bietet der Vergleich der Strahlengänge (Fig. 2) eine Erklärung. Das mehrfach gespiegelte Strahlenbündel, das dem anomalen Bogen zugehört, trifft unter kleinerem Winkel auf die Innenseiten der Tropfenwände als das einmal gespiegelte Strahlenbündel. Das erstere ist demzufolge beim Austreten der totalen Reflexion mehr ausgesetzt als das letztere. Und diese totale Reflexion muß vorwiegend die stärker brechenden Farbenstrahlen, also die rote Seite des Spektralbandes, betreffen.

So kann die hier wohl zum erstenmale in der wissenschaftlichen Literatur geschilderte Erscheinung der vier getrennten Regenbogen ohne weiteres aus der bald ihr sechstes Jahrhundertalter erlebenden Regenbogentheorie Dietrichs des Deutschen erklärt werden. Es ist nicht ohne Bedeutung, daß dieser älteste der exakten Optiker ein Kind des Oberrheinlandes war, welches mit seiner durch die senkrecht gegen die regenbringenden Westwinde gelagerten Bergwand der Vogesen eine Atmosphäre in oft krystallener Klarheit hat. Sie ließ teilweise das erreichen, was ich von Beobachtungen bei Ballonfahrten erwartet hatte, „daß dereinst Optik und Meteorologie — um einen dritten oder vierten Regenbogen, vielleicht auch, bei der durchsichtigen Reinheit der Atmosphäre, durch einen fünften, der infolge dreifacher Spiegelung entsteht, bereichert werden.“[1])

Wihelm Krebs.

Kleine Mitteilungen.

Unsere Beilage: „Drei Aufnahmen des Borrellyschen Kometen 1903c“. Wenn dieses Heft in die Hände unserer Leser kommt, hat der Komet 1903c bereits sein Perihel überschritten und ist in den Sonnenstrahlen verschwunden. Nach seinem Perihel wird er nur Ende September kurz vor Sonnenaufgang bezw. auf der südlichen Halbkugel sichtbar sein.

Wir sind durch die Freundlichkeit des Herrn Professor Max Wolf-Heidelberg in den Stand gesetzt, in der Beilage drei Aufnahmen des Kometen als Zeugen seiner Heltigkeit, sowie der interessanten Schweifentwicketung und Schweifänderung wiederzugeben Diese Aufnahmen sind mit dem 16zölligen Bruce-Teleskop, Linse a, gemacht worden und bemerken wir, daß 1° einer Strecke von 35 mm auf der Platte entspricht. Die Aufnahmen sind in der Originalgröße reproduziert worden. Die Expositionszeit beträgt bei der Aufnahme vom Juli 2. zwei Stunden, bei den beiden anderen Aufnahmen je eine Stunde. Auf der Aufnahme vom Juli 2. ist der obere Strich kein Plattenfehler, sondern die Photographie einer Sternschnuppe; wir sehen auf diesem Bilde deutlich zwei kurze Schweife. Auf der nächsten Aufnahme vom Juli 15. ist der Komet in seiner größten Helligkeit. Das Schweifgebilde besteht hier aus mehreren feinen Strahten, die an verschiedenen Stellen verschiedene Helligkeit zeigen und daher dem ganzen Schweifgebilde ein etwas zerrissenes Aussehen geben.

Bei der dritten Aufnahme vom Juli 25. unterscheidet man sehr deutlich zwei kurze Schweife und einen tangen Schweif, welcher auch wiederum sich in seinen letzten Ausläufern mehrfach spaltet. Wir bemerken noch, daß die Dreiteilung des Kometenschweifes am Juli 25. auch mit unserem Kometensucher gut zu sehen war.

Der Akademiker Bredichin fordert in einem besonderen Schreiben an die „A. N.“ die Astronomen auf, besonders auf die Lage uud Form des Ausströmungsfächers nebst allen mit der Zeit

[1]) Krebs a. a. O. S. 7.

auftretenden Veränderungen zu achten. Infolge der größeren Veränderlichkeit, besonders der konzentrischen von dem Kerne in der Sonnenrichtung sich loslösenden Nebelhülle und deren Struktur darf die visuelle Beobachtung neben der photographischen nicht vernachlässigt werden, da es von Wichtigkeit ist, den nötigen Aufschluß über die Gesamtheit der hierbei auftretenden Erscheinungen zu erhalten und die schnellen Änderungen sich photographisch nicht verfolgen lassen.

* * * F. S. Archenhold.

Sonnenphänomene als Folgen anormaler Dispersion des Lichtes. W. H. Julius hat für verschiedene Sonnenphänomene, zu deren Erklärung wir bisher nur mehr oder weniger hinreichende Theorien besaßen, eine ebenso geistreiche wie einfache Hypothese aufgestellt; es gilt dies besonders für das Chromosphärenlicht und für die Fleckenerscheinungen. Bekanntlich wird ein Lichtstrahl, der von einem optisch dichteren in ein optisch dünneres Medium fällt, vom Einfallslot fortgebrochen. Da nun anzunehmen ist, daß die Sonnensphäre, je weiter man sich von der Sonne entfernt, umso dünner wird, so wird ein Beobachter von der Erde aus nicht nur einen Punkt des eigentlichen Sonnenrandes sehen, sondern er wird noch Punkte sehen, die hinter diesem geometrisch konstruierten Rande liegen; deren Strahlen, die von einem solchen Punkt nahezu senkrecht zur Normalen ausgehen, werden um den geometrischen Rand herum zum Beobachter hingebrochen*). Denkt man sich jetzt einen noch weiter zurückliegenden Punkt, so würde die gewöhnliche Brechung nicht hinreichen, Strahlen von diesem noch zum Beobachter hinzubrechen. Nehmen wir aber an, daß sich über diesem Punkt Natriumdampf befindet, von dem man weiß, daß er in der Nähe der beiden d-Linien starke anormale Dispersion, also ein besonders großes Brechungsvermögen, besitzt, so leuchtet es ein, daß Lichtstrahlen, die von dem angenommenen Punkte ausgehen, gerade noch zum Beobachter hingebrochen werden können. Was für Natriumdampf gilt, besteht natürlich auch für alle andern Dämpfe, die anormale Dispersion zeigen. Man erkennt hieraus, daß die gewöhnliche Annahme, es sei die Sonne rings von starken selbstleuchtenden Dämpfen umgeben, zur Erklärung des Chromosphärenlichts völlig entbehrlich ist.

Ein klares Bild giebt die Juliussche Hypothese auch von der eigentümlichen Gestalt der Chromosphärenlinien im Spektroskop. Unter Zuhilfenahme des Dopplerschen Prinzips führte man das Entstehen der merkwürdigen Verästelungen und Verdickungen auf riesige Geschwindigkeiten zurück, mit denen sich Gase auf der Sonne bewegten, aber es sprechen gewichtige Bedenken gegen diese Theorie. Nach Julius liegt wieder eine Wirkung der anormalen Dispersion vor. Benutzen wir unser obiges Beispiel vom Natriumdampf, so werden im Spektroskop nicht nur die D-Linien sichtbar sein, sondern auch von Punkten der Sonne selbst solche Strahlen, die nahe den D-Linien liegen. Wenn nun besonders Protuberanzen untersucht werden, an denen starke Störungen vorhanden sind, so ist es klar, daß sich das anormal gebrochene Licht in der Nähe der D-Linien durch Unregelmäßigkeiten bemerkbar machen muss.

Was zuletzt die eigenartige Erscheinung betrifft, daß im Spektrum der Sonnenflecken einige Fraunhofersche Linien stark verbreitert erscheinen, so reicht auch zu ihrer Erklärung die Theorie vollkommen aus. Sonnenflecke führt man auf starke Wirbelbewegungen und damit verbundene Dichtigkeitsänderungen zurück. Diese großen Dichtigkeitsänderungen bedingen aber, daß durch anormale Dispersion Strahlen mit in das Spektroskop gelangen, die man sonst nicht aufgefangen hätte. Da diese Strahlen aber weit weniger intensiv als die normal gebrochenen sind, so ist eine Verbreiterung der Fraunhoferschen Linien nicht auffällig. K. Stelzner.

* * *

Die strahlungstheoretische Temperaturskala. Von P. Lummer und E. Pringsheim. Die Temperaturmessung beruht von dem Moment an, wo das Quecksilberthermometer versagt, d. h. also von 360° an, auf der Ausdehnung der Gase. Wohl hat Lord Kelvin aus den thermodynamischen Prinzipien heraus eine neue Temperaturskala aufgestellt, aber ihr Wert ist rein theoretisch geblieben praktische Bedeutung hat sie nicht erlangt. Die Wissenschaft war bei der Messung höherer Temperaturen im Grunde genommen allein auf das Gasthermometer angewiesen, denn wenn neuerdings bei Temperaturen über 1150°, wo es nicht mehr gelang, mit dem Gasthermometer exakte Messungen auszuführen, auch das Thermoelement bis zu weit höheren Temperaturen gute Dienste leistet, so ist die Aichung des letzteren doch erst mittels des Gasthermometers möglich, und die Anwendung des Thermoelements über die Grenze des Gasthermometers hinaus stützt sich doch immer nur auf Extrapolation, über deren Giltigkeit man immer im Ungewissen bleibt.

Hier ist es besonders das Verdienst von Lummer und Pringsheim, die in der Theorie schon seit Kirchhoff bekannten Strahlungsgesetze des schwarzen Körpers für die praktische Temperatur-

*) Eine eingehende Darstellung der anormalen Dispersion auf Grund der Schmidtschen Theorie wird in einer der nächsten Nummern erscheinen. Die Red.

messung nutzbar gemacht zu haben. Schon 1897 war es ihnen gelungen, die Strahlung eines Hohlraumes, der bei ihnen den schwarzen Körper vertrat, bolometrisch von 100° bis 1300° zu messen, und in diesem Jahre haben sie die Skala bis zu 2300° fortgesetzt. Bei den neueren Versuchen diente ihnen als schwarzer Körper das Innere eines Kohlezylinders, der außen durch einen elektrischen Strom erwärmt wurde. Diese Messungen haben die Richtigkeit der Strahlungsgesetze erwiesen, und wenn nun noch die Temperatur als eine Funktion der Strahlung definiert wird, so ist damit ein großes Problem der Neuzeit gelöst, nämlich eine praktisch verwendbare absolute Temperaturskala aufzustellen, die von der Natur eines Stoffes völlig unabhängig ist. Die Bedeutung einer solchen Skala beispielsweise für die Messung der Sonnentemperatur liegt klar auf der Hand.

K. Stelzner.

* * *

Über neue Quellen von Strahlen, welche durch Metall, Holz u. s. w. hindurchdringen können und über neue durch diese Strahlen hervorgebrachte Wirkungen veröffentlicht Herr Prof. R. Blondlot in den *Comptes rendus* (1903) interessante Versuche. Er fand, daß das Licht eines Auerbrenners Strahlen enthält, die Eisenblech, Holz und schwarzes Papier durchdringen. Es lag nun nahe, zu untersuchen, ob sich solche Strahlen nicht auch in andern Licht- und Wärmequellen zeigten. Die Flamme eines Rundbrenners sendet solche Strahlen aus, welche man nachweisen kann, wenn man den sie absorbierenden Glaszylinder entfernt. Ein Bunsenbrenner erzeugt fast gar keine solche Strahlen, dagegen zeigt ein Eisenblech oder eine Silberplatte, welche mittels eines hinter die Platte gestellten Bunsenbrenners bis zur Rotglut erhitzt wird, fast ebenso viel wie ein Auerbrenner. Diese Strahlen hatten, wie die gewöhnlichen Lichtstrahlen, die Eigenschaft, gebrochen, reflektiert und konzentriert werden zu können; sie sind deshalb auch von den Röntgenstrahlen verschieden, da diese weder Brechung noch Spiegelung erleiden. — Ein Versuch ließ Blondlot vermuten, daß die Emission von Metalle u. s. w. durchsetzenden Strahlen eine äußerst allgemeine Erscheinung sei; er bezeichnet sie zu Ehren der Universität Nancy, dem Entdeckungsort dieser Strahlen, kurz als n-Strahlen. Die n-Strahlen zeigten neue, sehr große Mannigfaltigkeit von Strahlungen. Während nämlich die von einem Auerbrenner erzeugten Strahlen Brechungsindices zeigen, welche größer sind als 2, sendet die Crookssche Röhre solche aus, deren Brechungszahl kleiner als 1,52 ist.

Zum Nachweise der n-Strahlen diente bisher immer ein kleiner Induktionsfunke. Derselbe ließ sich aber durch eine kleine Bunsenflamme ersetzen, denn diese wurde, sobald sie der n-Strahlung ausgesetzt wurde, heller und weißer, und es ergab sich sonach, daß der kleine Funke hier nicht als elektrischer Vorgang, sondern nur als Glühprozeß einer kleinen Gasmenge aufzufassen war.

Ferner hat Herr Blondlot ein interessantes Ergebnis gewonnen. Die n-Strahlen sind nicht im Stande, bei sonst phosphoreszierenden Körpern Phosphoreszenz zu erregen, wohl aber haben sie die Eigenschaft, das Leuchten eines etwa durch Sonnenbestrahlung erregten phosphoreszierenden Körpers zu verstärken, besonders wenn man die Wirkung der n-Strahlen durch eine Quarzlinse konzentriert. Dabei tritt die Wirkung erst allmählich ein und aus. Diese merkwürdige Eigenschaft entspricht der der von Edmond Becquerel entdeckten ruten und intraroten Strahlen, und da sich bisher das schnellere Erschöpfen der Phosphoreszenzfähigkeit unter der Wirkung der n-Strahlen nicht gezeigt hat, ist diese Eigenschaft auch analog der Wirkung der Wärme auf die Phosphoreszenz.

Die von Blondlot entdeckten Strahlen unterscheiden sich von allen andern bisher bekannten durch die Fähigkeit, Metalle zu durchsetzen, sodaß es sehr wahrscheinlich ist, daß sie den fünf zwischen den Rubensschen Strahlen und den sehr kurzwelligen elektromagnetischen Schwingungen liegenden Oktaven angehören. Ihre Verwandschaft mit den seit Herz bekannten Strahlen sehr großer Wellenlänge scheint sicher.

Linke.

* * *

Jahresbericht des Astrophysikalischen Observatoriums zu Heidelberg für 1902. Herr Prof. Wolf übersendet den Bericht über die Tätigkeit des Observatoriums im Jahre 1902, dem wir folgendes entnehmen: An Stelle der bisherigen Assistenten, Herren Drs. Carnera und Kopff, sind die Herren Dugan und Götz getreten. Was die Instrumente betrifft, so ist ein Zylinderchronograph für Zeitbestimmungen in Dienst gestellt und der parallaktische Meßapparat verbessert. Das Institutsgebäude wurde um 10 m verlängert, wodurch diverse Räumlichkeiten gewonnen sind.

Die Statistik zeigt, wie ungünstig das Jahr 1902 für astronomische Beobachtungen gewesen ist, denn während sämtlicher 12 Monate wurden nur 138 Abende als zur Beobachtung geeignet verzeichnet, von diesen 138 wiederum mußten 63 als „mäßig“ vermerkt werden. Die besondere Aufmerksamkeit des Observatoriums richtete sich auf die Dämmerungserscheinungen, welche fast die Stärke des im Jahre 1884 beobachteten gleichen Phänomens zeigten und zweifellos mit dem Ausbruch des Mont Pelée in Verbindung zu bringen sind. Die erste der vorjährigen purpurnen Dämmerungserscheinungen wurde am 17. Juni wahrgenommen, dann traten dieselben mit Unter-

brechungen während des ganzen Jahres hindurch auf. Die Berichte über Aufnahmen von Planeten, Planetoiden und Asteroiden, sowie Kometen und Nebelflecken, ferner über die Vermessung der Planetenpositionen und die Sternschnuppenbeobachtungen und Berechnungen geben eine Übersicht über die eifrige Tätigkeit und das reiche Arbeitsfeld des Astrophysikalischen Observatoriums.

* * *

Über einige Versuche mit flüssiger Luft berichtet Herr L. Bleckrode im 9. Hefte dieses Jahrgangs der „Annalen der Physik". Der erste Versuch bezieht sich auf die Radioaktivität des Poloniums. Schon Curie und Becquerel haben beobachtet, daß das Radium auch bei einer Temperatur von — 200° seine charakteristischen Eigenschaften beibehält, ferner teilte Dewar mit, daß bei der Temperatur des flüssigen Wasserstoffs, die — 262° beträgt, das gleiche der Fall ist. Bleckrode benutzte das Polonium in der von Marckwaldt zuerst bereiteten Form und tauchte den Stab mit Poloniumüberzug in ein Vakuumgefäß mit flüssiger Luft. Nachdem der Temperaturausgleich eingetreten war, d. h. das Aufwallen vorüber war, zeigte sich trotz der den Stab überziehenden dünnen Eiskruste die entladende Wirkung. Die beim Eintauchen des Stabes entstehende Aufwallung zeigte keinen Einfluß auf das Elektroskop. Phosphor zeigte weder bei — 191°, noch bei — 79° entladende Wirkungen. Im Dunkeln zeigte sich weder Phosphorescenz noch Nebel und das Ausbleiben des entladenden Einflusses wird man nach G. C. Schmidts Beobachtungen dem Aufhören der chemischen Wirkung zuzuschreiben haben. — Die zweite Gruppe von Versuchen hat die Luminiscenz bei sehr tiefen Temperaturen zum Gegenstande. Pictet teilte schon 1894 in den *Comptes rendus* mit, daß bei gewöhnlicher Temperatur zur Luminiscenz erregte Körper bei einer Abkühlung auf — 191° nicht mehr luminiscieren, jedoch nach der Erwärmung dies wieder tun. H. Bleckrode untersuchte Calciumsulfid (Balmasche Leuchtfarbe) und Zinksulfid; ersteres luminisciert intensiv blau, letzteres blaugrün. Es zeigte sich, daß, solange diese Körper auf die Temperatur der flüssigen Luft abgekühlt waren, keine Luminiscenz auftrat. Dabei behalten aber diese Körper die Fähigkeit zur Aufnahme der Strahlungsenergie bei, können sie aber nicht zurückgeben. Auch bei vielen organischen Substanzen, wie Eierschale, Elfenbein, Papier u. dgl., ist dieses der Fall. — Ferner beschreibt H. Bleckrode unter dem Namen „kryoelektrische Erscheinungen" noch einige interessante Versuche. Die Versuche der Herren Ebert und Hoffmann (1900), welche zeigen, daß isolierte, in flüssige Luft eingetauchte Körper nach dem Herausnehmen sich infolge der Reibung an in der Flüssigkeit herumschwebenden Eisteilchen negativ elektrisch verhalten. Die starke elektrische Erregung des auf — 191° abgekühlten Eises, welches bei dieser Temperatur sehr trocken ist, läßt sich sehr bequem als Vorlesungsversuch vorführen. Zu dem Zwecke taucht man einen Glasstab in flüssige Luft und wischt ihn nach dem Herausnehmen mit der Hand ab, worauf sich eine starke Ladung zeigt. An stark elektrischen Stellen des Stabes schlägt sich der aus der Luft kondensierende Wasserdampf nieder und bildet dort schnell sehr fein verästelte Eisnädelchen von 1 bis 2 mm Länge. — Auch Zinksulfat, Fluorcalcium und Scheelit zeigten eine schwache negative Ladung, jedoch nicht immer. Beim Zucker, schwefel- und salzsauren Chinin, Urannitrat und Turmalin zeigte sich sofort nach dem Temperaturausgleich eine sehr starke Ladung, noch stärker bei Seignettesalz und Weinsteinsäure. Diese Elektrizitätsentwicklung gehört den pyroelektrischen Erscheinungen an, da sich positive und negative Ladungen an entgegengesetzten Seiten des Körpers aufweisen ließen. Der benutzte Turmalin zeigte wie ein in Eisenfeilicht gewälzter Magnet an den polaren Enden Eisnadeln. Übrigens bildeten sich die positiven bezw. negativen elektrischen Pole an denselben Enden aus, wo auch beim Erwärmen diese auftreten, wogegen bei der Weinsteinsäure die entgegengesetzten Pole als beim Erwärmen auftreten. — Der starken Zusammenziehung der Körper schreibt H. Bleckrode die Lichterscheinung zu, welche sich beim Übergießen von Urannitratkrystallen und Weinsteinsäure mit flüssiger Luft beobachten lassen. Linke.

* * *

Herstellung von Zeichnungen für Projektionszwecke. Für manche vorübergehenden Zwecke lohnt es sich nicht, auf photographischem Wege ein Projektionsbild anzufertigen, auch fehlt oft hierzu die Zeit. In diesem Falle ist es erwünscht, sich in bequemer Weise einen Ersatz für ein Projektionsbild zu schaffen. Ich habe seit Jahren Versuche angestellt, den Lauf eines Kometen oder die Stellung eines neuen Sterns für meine Vorträge durch Schreiben mit Tinte auf eine Glasplatte schnell zu fixieren. Von allen Tintensorten hat sich am besten die von G. Bormann Nachf., Berlin, Brüderstraße 39, bewährt. Man verlange eine besondere Tinte, um auf Glas zu schreiben.

Es zeigt sich jedoch, daß auch die so angefertigten Bilder bei häufigerem Gebrauch unter dem Einfluß der elektrischen Bogenlampe im Projektionsapparat verblassen. Das ursprüngliche Schwarz der Zeichnung geht in Weiß über. Ich habe verschiedene Tintenfabriken veranlaßt, eine haltbare Tinte, die auf Glas haftet, zu fabrizieren, bisher jedoch von keiner Fabrik eine gute Tintensorte erhalten; vielleicht werden Versuche nach dieser Richtung noch fortgesetzt.

Sehr bequem läßt sich auf einer photographischen Platte, welche durch Zufall gleichmäßiges Licht erhalten hat und für andere Zwecke nicht mehr brauchbar ist, auch mit jeder gewöhnlichen Tinte schreiben, wenn man sie fixiert, ohne sie zu entwickeln. Thunberg gibt nun in der „Zeitschrift für physik. u. chem. Unterricht" (16. Jahrg., S. 94) folgendes sehr einfache Rezept bekannt, für den Fall, daß keine unbrauchbaren Trockenptatten zur Verfügung stehen, oder neue zu diesem Zwecke zu teuer erscheinen:

„Man löst käufliche Gelatine in Wasser unter Erwärmen auf ungefähr 40° und filtriert die so erhaltene Lösung. Ein bis zwei Tafeln auf $1/4$ bis $1/2$ Liter Wasser genügen für eine größere Zahl von Platten. Mit der filtrierten Lösung übergießt man dann die zurechtgeschnittenen und gut gereinigten Glasplatten. Man erhält so eine völlig durchsichtige Schicht, welche nach dem Trocknen recht gut Tinte und Farben annimmt. Da das Erstarren der Schicht rasch vor sich geht, so kann man bereits 5 bis 10 Minuten nach dem Gießen der Platten mit dem Zeichnen beginnen. Die nicht verbrauchte Gelatinelösung erstarrt bald zu einer gallertartigen Masse. Diese kann man aufbewahren und bei Bedarf durch Erwärmen auf 30 bis 40° schmelzen, sodaß sich im Notfall in zehn Minuten eine Platte für eine zu projizierende Zeichnuug herstellen läßt. Vor den fixierten Trockenplatten haben die in dieser Weise hergestellten Platten deu Vorzug der Farblosigkeit.

Solleu die Bilder nicht aufbewahrt werden, so kann man die Glasplatten durch entsprechendes Wässern von ihrer Zeichnung samt der alten Gelatineschicht befreieu und so vou neuem benutzen."

F. S. Archenhold.

* * *

Spezifisches Gewicht des Eises. In *„Physical Review" **8**,* 21, 1899 veröffentlichte Nichols äußerst sorgfältige Bestimmungen des spezifischen Gewichts des Eises und faud merkwürdigerweise einen Uuterschied von $^2/_{1000}$ zwischen den spezifischen Gewichten alten und neuen Eises. Frisch gebrochenes Flußeis fand sich dabei schwerer als Eis, welches vor einem Jahr gebrochen und solange aufbewahrt worden war; das letztere zeigte sich von fast gleicher Schwere wie künstlich erzeugtes, reines Eis. Den springenden Punkt scheint hierbei die Dichte zu spielen, welche offenbar durch die zeitliche Bildung des Eises bestimmt wird. Darauf untersuchte Herr Barues *(Phys. Rev.* ***13**,* 55, 1901) in Moutreal kanadisches Flußeis durch Abwiegen in Wasser vou 0°. Über seine Messungen gibt diese kleine Übersicht Aufschluß:

Entstehungszeit			spez. Gewicht	Differenz geg. d. Mittel
1901	März	9	0,91 684	0,000 23
1901	-	9	0,91 665	04
1900	-	9	0,91 661	00
1900	-	16	0,91 642	19
1899	-	16	0,91 650	11
1899	-	16	0,91 648	13
1900	-	23	0,91 678	17

Als Mittel des spez. Gewichts stellte sich heraus: 0,916 611 ± 0,000 065. Einen wirklichen und klaren Unterschied der spez. Gewichte alten und neuen Eises bestätigten auch spätere Beobachtungen nicht, die vorhandenen Abweichungen werden wahrscheinlich auf kleine Ungleichheiten in der Struktur oder auf feine Bläschen im Eise zurückzuführen sein, der gefundene Wert kommt dem von Nichols übrigens auf $^2/_{10\,000}$ nahe und stimmt mit Bunsens Wert geuau.

Linke.

* * *

Über ein Abenteuer auf der Sternwarte zu Avu (Borneo), das Woodhouse, der Assistent des I. Astronomen Thaddy, erlebte, berichtet H. E. Wells im „Berl. Tagebl.". Die Wälder Borneos mit ihrer Fauna sind noch ein unerforschtes Wuuderland. Woodhouse hatte allein eine Himmelsphotographie aufzunehmen und begab sich daher allein in das Observatorium. Während er durch das Teleskop den blaueu Horizont betrachtete, schieueu plötzlich die Sterne wie ausgelöscht, etwas schwarzes zog vorüber, das große Rohr erbebte und die Kuppel der Sternwarte hallte wieder wie von Donnerschlägen. Im nächsten Augenblick war die Erscheinuug verschwunden und eiu kratzendes Geräusch verriet die Anwesenheit eines unbekannten Besuchers. Nach kurzer Zeit erhielt Woodhouse einen Schlag ins Gesicht, beim Scheiu eines Streichholzes sah er einen großeu Flügel mit einer geöltem, Leder ähnlichen Haut. Er suchte sich unter dem Teleskop zu verbergen, wurde auf den Rücken geschlagen und merkte, daß seine Jacke zerriß. Mit den Füßen stieß und trat er nach dem seltsamen Geschöpf. Er wurde in den Schenkel gebissen, ergriff die zu Boden gestoßene Wasserflasche und schlug nach dem Gesicht des Tieres. Schließlich hörte er es an der Wand emporklimmeu und sah seineu Umriß am Horizout verschwinden; dann schwanden ihm die

Sinne. Als er wieder zu sich kam, befand er sich in der Pflege des I. Astronomen und eines Dyakburschen, die ihn durch Stärkungsmittel wieder belebten. Beim Anblick der um ihn herrschenden Unordnung und des Blutes am Teleskop kam ihm die Erinnerung an das Vorgefallene zurück und er schilderte das Tier: es schien ihm eine große Fledermaus, hatte spitze, kurze Ohren, welchen Pelz, scharfe, kleine Zähne, lederartige Flügel und starke Krallen. Die Dyaks stellten fest, daß es sich wahrscheinlich um einen großen Colugo, einen fliegenden Affen, handele, der im allgemeinen den Menschen selten angreift. „Wenn die Fauna Borneos nun mal ihre Neuheiten auf mich loslassen will, so wäre es mir doch angenehm, sie täte es dann, wenn ich nicht ganz allein im Observatorium bin", meinte Woodhouse. „Es gibt mehr Dinge zwischen Himmel und Erde, als unsere Schulweisheit sich träumen läßt, und besonders in den Wäldern Borneos."

* * *

Zur 75. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte, die vom 20. bis 26. September d. J. in Cassel stattfindet, wird jetzt das Programm versandt.

Wir entnehmen demselben einige für unsere Leser interessante Vorträge: Es spricht in der allgemeinen Sitzung Prof. A. Ladenburg-Breslau über „Einfluß der Naturwissenschaften auf die Weltanschauung", Prof. A. Penck-Wien über „Die geologische Zeit", Dr. Paul Jensen-Breslau über „Die physiologischen Wirkungen des Lichts" und Prof. Ramsay-London über „Das periodische System der Elemente".

Die naturwissenschaftliche Hauptgruppe hat als Verhandlungsgegenstand die naturwissenschaftlichen Ergebnisse und Ziele der neueren Mechanik, und spricht hier Prof. Schwarzschild-Göttingen über „Astronomische Mechanik", Prof. Sommerfeld-Aachen über „Technische Mechanik" und Prof. Otto Fischer-Leipzig über „Physiologische Mechanik".

* * *

Der III. Internationale Mathematiker-Kongreß findet in Heidelberg vom 8. bis 13. August 1904 statt. Da im Jahre 1904 der 100. Jahrestag der Geburt des auch in der Astronomie bekannten großen Mathematikers C. G. J. Jacobi wiederkehrt, wird mit dem Kongreß eine Jacobi-Feier verbunden werden und eine Festschrift über Jacobi zur Verteilung gelangen. Mit dem Kongreß wird gleichzeitig eine Ausstellung mathematischer Modelle und mathematischer Literatur stattfinden, die sich auf die wichtigsten Erscheinungen der letzten 10 Jahre beschränken soll. Es werden 6 Sektionen gebildet, nämlich 1. Arithmetik und Algebra, 2. Analysis, 3. Geometrie, 4. angewandte Mathematik, 5. Geschichte der Mathematik, 6. Pädagogik.

Nähere Auskunft über alle Kongreßangelegenheiten erteilt Herr Professor Dr. A. Krazer, Karlsruhe i. B., Westendstraße 57. Dem Ausschuß für die Vorbereitung gehören die angesehensten Mathematiker der Jetztzeit an. F. S. A.

* * *

Weitere große Spenden für die Wissenschaft in Amerika, hauptsächlich aus der Zeit vom Dezember 1902 bis März 1903 finden wir wieder in der „Science" zusammengestellt. Unter den Gebern ragen besonders hervor: J. D. Rockefeller und A. C. Hutchinson (je 4 Mill. Mk.), H. Phipps (1200000 Mk.), D. K. Pearson (900000 Mk.), womit die Spenden dieses Mannes die Gesamtsumme von 16 Mill. Mk. erreichen), J. Stillman, Duke de Loubat, A. Carnegie, J. B. Colgate (je 400000 Mk.), B. Barge (320000 Mk.), Rebecca C. Ames, Peabody, Mrs. Currier, R. E. Woodward (je 200000 Mk.), mehrere Ungenannte (600000 und zweimal 200000 Mk.), sonstige Geber und Erträgnisse von Sammlungen (6300000 Mk.), zusammen über 20000000 (zwanzig Millionen) Mark in ungefähr einem Vierteljahr.

Namentlich wurden bedacht die Universitäten Chicago (6100000 Mk.), Harvard (620000 Mk.) Yale (520000 Mk.), Tulane (4 Mill. Mk), Cornell (900000 Mk.), Columbia (440000 Mk.), Colgate (400000, bisher vom Stifter gleichen Namens 4 Mill. Mk.), Pennsylvania (3750000 Mk. im Laufe des Jahres 1902), ein neu zu errichtendes „Henry Phipps Institut zur Erforschung, Behandlung und Verhütung der Tuberkulose" (1200000 Mk.).

Ein Telegramm vom 28. März meldet noch eine weitere Gabe von Carnegie im Betrage von 6,3 Mill. Mk. für das Carnegie-Institut in Pittsburg, für dessen Bau und Ausstattung derselbe hiermit über 32 Mill. Mk. gespendet hat, ungerechnet 8 Mill. Mk. für die Fachbibliotheken dieses Institutes für Ausgrabungen von Fossilien in Wyoming und andere Zwecke. Außerdem hat sich Carnegie bereit erklärt, für ein neues technisches Institut noch 12 bis 20 Mill. Mark zu schenken. A. B.

Für die Schriftleitung verantwortlich: F. S. Archenhold, Treptow-Berlin; für den Inseratenteil: C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin W
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.

Beilage zur illustrierten Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete „DAS WELTALL“, Jahrgang 3, Heft 24.
(zu Malwina Lampadius: Wie die Kalifornier des 20. Jahrhunderts die Sonne als Dampfmaschine zum Wasserpumpen benutzen, S. 307.)

Fig. 1.



Sonnenmotor in Kalifornien.

Fig. 2.

Kasten mit Sonnenheizungsröhren.



Heizungsröhren. →

Heizungsröhren. ↑

Fig. 3.

Haus mit Sonnenheizungsröhren auf dem Dache in Los Angeles.

DAS WELTALL

Illustrierte Zeitschrift für Astronomie und verwandte Gebiete.

Herausgegeben von

3. Jahrgang. Heft 24. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte. 1903 September 15.

Verlag von C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin.

Diese Zeitschrift erscheint am 1. und 15. jeden Monats. — Abonnementspreis vierteljährlich Mark 2.— (Ausland Mark 2.50), einzelne Nummer 50 Pfg. franko durch den Verlag, Berlin W. 35, Schöneberger Ufer 43, sowie durch alle Buchhandlungen und Postanstalten (Post-Zeitungspreisliste 8344).

INHALT.

Die neuen weifsen Flecke auf dem Saturn.

Von F. S. Archenhold.

In einem Telegramm vom 24. Juni 1903 wurde der Zentralstelle in Kiel von Barnard gemeldet, daß sich ein weißer Fleck auf dem Saturn gebildet habe. Auf dem Jupiter sind solche Flecke nichts ungewöhnliches; da jedoch der Saturn doppelt so weit als der Jupiter von der Erde entfernt ist, so müssen die Flecke schon sehr groß sein, um auf ihm bemerkt zu werden. Ihr Auftreten ist deshalb ein wichtiges Ereignis, weil aus der Beobachtung solcher Flecke die Rotationszeit der Kugel bestimmt werden kann.

Aus früheren Beobachtungen war diese Rotationszeit zu $10^h\ 14\frac{1}{2}^m$ abgeleitet. Die Geschwindigkeit eines Punktes im Saturn-Äquator beträgt hiernach 10,4 km in der Sekunde. Durch diese gewaltige Geschwindigkeit erklärt es sich, daß die Streifen, welche auf dem Saturn oft sichtbar werden, fast immer parallel zum Äquator verlaufen — wie es auch beim Jupiter der Fall ist — da bei einem so schnellen Umschwung eine andere Bewegung nur schwer aufkommt.



Die Lage der beiden neuen weißen Flecke am 11. Juli 1903.

Der erste, der aus einem Flecke, der in einer zwischen zwei dunklen Streifen eingeschlossenen hellen Zone sich gebildet hatte, eine Rotationszeit ableitete, war Herschel im Jahre 1793. Er bestimmte die Rotationsdauer zu $10^h\ 16^m$. Erst im Jahre 1876 bot das Erscheinen eines glänzenden weißen Fleckes dem Washingtoner Astronomen Asaph Hall einen Anlaß, die Umdrehungszeit des Saturn um seine Polarachse zu $10^h\ 14^m\ 23{,}8^s$ zu bestimmen. Später hat noch der verdienstvolle Planetenforscher Stanley Williams helle Flecke in dem Äquatorialgürtel beobachtet und die Hallsche Rotationszeit bestätigt.

Die Astronomen Hartwig, Graff, Sola, Fauth, Brenner, Denning und andere haben die Barnardsche Entdeckung bestätigt. Der Fleck ist von ein-

zelnen nur einfach, von andern doppelt oder sogar dreifach gesehen worden. Denning hat eine ganze Reihe von hellen und dunklen Flecken in den Monaten Juli und August d. J. beobachtet und leitet aus seinen Beobachtungen eine Rotationszeit von $10^h\ 39^1/_3{}^m$ ab. Es stellt sich hiernach eine Differenz von 25^m zwischen der Hallschen und der Denningschen Rotationszeit heraus. Hierbei ist freilich zu berücksichtigen, daß die Flecke, nach denen Denning die Rotationszeit bestimmt hat, auf der nördlichen Halbkugel des Saturn in einer Breite von 32° liegen, während der Hallsche Fleck auf dem Äquator lag.

Comas Sola, welcher den Barnardschen Fleck bereits am 26. Juni beobachtete und am 11. Juli vorstehende Zeichnung anfertigte, schreibt hierüber folgendes: „Der Anblick war sehr schön und der Fleck leuchtete in auffallender Weise in der hellen Zone, welche sich nördlich von dem Äquator befand. Übrigens war der Fleck unzweifelhaft doppelt: an seiner linken Seite sah man einen zweiten Fleck, der kleiner und im Vergleich zum ersten weniger leuchtend war. — Am 11. Juli habe ich in derselben Zone einen andern weißlichen Fleck beobachtet, der sehr schwer gut zu definieren ist; er verschwand gegen $13^h\ 55^m$. Es ist klar, daß es in dieser Zone jetzt viele weiße Flecke gibt, aber im allgemeinen sind sie sehr schwer zu unterscheiden." Sola erhält aus seinen Beobachtungen als Rotationszeit $10^h\ 38{,}6^m$.

Nach Denning scheint auch die Rotationsperiode unter Benutzung aller Beobachtungen $10^h\ 38^m$ zu betragen. Kleine Abweichungen kommen vor, weil offenbar mehrere Flecke nahe bei dem Barnardschen auftreten und eine Verwechselung nicht ausgeschlossen ist. Die Flecke sind so hell und groß, daß sie auch in mittleren Fernrohren bequem beobachtet werden können. Es genügt schon eine 150 bis 400fache Vergrößerung für die Beobachtungen. — Der im Jahre 1876 von Asaph Hall beobachtete Fleck hat sich damals verlängert und verlor sich in einem glänzenden Bande. Ähnliche Änderungen scheinen auch den neuen weißen Flecken bevorzustehen. Diese Flecke bieten nicht nur ein vorzügliches Mittel, die Umdrehung des Planeten in den verschiedensten Teilen der Oberfläche mit größter Genauigkeit festzustellen, sondern legen auch Zeugnis ab von ungeahnten Energieausbrüchen, welche sich jetzt auf dem Saturn vollziehen und uns neue Umwälzungen in der heißen Atmosphäre des Saturn anzeigen.



Zur Bestimmung der Temperatur der Sterne.*)

Von Prof. Dr. H. Kayser-Bonn.

Durch die Erkenntnis der Strahlungsgesetze des schwarzen Körpers sind wir endlich zu einer ziemlich genauen Kenntnis der Temperatur der Sonne gelangt. Für die übrigen Himmelskörper aber wissen wir noch so gut wie garnichts; man wird nur vermuten können, daß die der Sonne spektral analogen Sterne auch etwa die gleiche Temperatur besitzen. Im übrigen pflegt man anzunehmen, daß die weißen Sterne heißer, die farbigen Sterne kälter sind. Diese Mutmaßungen stützen sich vornehmlich auf die größere Helligkeit des kurzwelligen Teils der Spektren der weißen Sterne, und auf das Auftreten von Banden in den farbigen Sternen. Wenn man auch zugeben wird, daß diese Annahmen Wahr-

*) Mit besonderer Erlaubnis des Verfassers aus A. N. Bd. 162, No. 18, abgedruckt.

scheinlichkeit für sich haben, so ist doch von einer Gewißheit keine Rede, und namentlich hat man keine Vorstellung von der Größe der Temperaturunterschiede.

Offenbar ist aber die Kenntnis der Temperatur der Sterne von allergrößter Wichtigkeit für die Astrophysik und für unsere Einsicht in die Entwicklung des Weltalls, und so muß jeder Versuch, ein neues Mittel zur Temperaturbestimmung zu finden, mit Freuden begrüßt werden, wenn er auf zuverlässigen physikalischen Grundlagen und exakter astronomischer Beobachtung beruht.

Vor einiger Zeit hat Scheiner*) einen solchen Versuch gemacht, bei welchem aber diese beiden Grundbedingungen vollständig fehlen. Er behauptet, die Magnesiumlinie 4481 trete nur im Funken auf, der sehr hohe Temperatur habe; sie sei in Sternen bestimmter Klassen sehr stark, und daher hätten diese sehr hohe Temperatur, die er sogar bestimmt bis zu 15 000 Grad angibt.

Nachdem zunächst ich **) die physikalischen Annahmen Scheiners für ganz falsch erklärt hatte, ist durch sehr interessante Untersuchungen von Hartmann und Eberhard ***) dieser Ausspruch erheblich gekräftigt und erweitert worden. Es hat sich daraus eine Diskussion in den „A. N." entwickelt, in welcher Scheiner †) die Versuche jener Herren als unbedeutend hinstellt und ihre Erklärungen als falsch bezeichnet; schließlich versucht er die ganze Frage auf ein anderes Gebiet hinüber zu spielen, indem er behauptet, die Herren hätten das Kirchhoffsche Gesetz angegriffen und er müsse dasselbe verteidigen, während von dem Kirchhoffschen Gesetze gar keine Rede ist, sondern es sich ausschließlich um die Frage handelt, ob die betreffende Linie wirklich nur bei hoher Temperatur auftritt und daher als Kennzeichen für solche gebraucht werden kann, wie Scheiner behauptet hatte.

Auch H. C. Vogel ††) hat sich an der Diskussion beteiligt; er hat den dankenswerten Nachweis gebracht, daß die astronomischen Angaben Scheiners ebenso falsch sind, wie die spektroskopischen.

Danach könnte eine weitere Besprechung ganz überflüssig erscheinen, zumal, wie Vogel mit Recht bemerkt, jeder, der sich ernsthaft mit der Frage beschäftigt, die Unhaltbarkeit der Scheinerschen Behauptungen herausfinden wird. Wenn ich trotzdem mir erlaube, noch einiges zur Sache zu sagen, so geschieht das erstens wegen der großen Wichtigkeit der Frage, und weil schon wiederholt der Versuch aufgetaucht ist, aus dem Vorhandensein oder Fehlen einer bestimmten Spektrallinie Schlüsse auf die Temperatur zu ziehen. Es handelt sich also bei mir nicht nur um diese eine Linie. Ein weiterer Grund ist für mich der, daß nach Vogels Erklärung †††) Scheiners letzte Veröffentlichung den Schluß der Diskussion bilden soll. Es ist aber nicht zu leugnen, daß diese Veröffentlichung sehr geschickt geschrieben ist, und durch die Digression auf das Kirchhoffsche Gesetz wohl geeignet, weniger Kundige zu täuschen. Da viele Astronomen nicht die Zeit haben, sich eingehend mit spektroskopischen Fragen zu beschäftigen, so könnte bei ihnen der Eindruck bleiben, als sei doch wenigstens etwas Recht auch auf seiten Scheiners. Diesen Eindruck möchte

*) J. Scheiner, Sitzungsber. Berl. Akad. 1894, I, p. 257 bis 258.

**) H. Kayser, Handb. d. Spektroskopie, II, p. 181.

***) J. Hartmann u. G. Eberhard, Sitzungsber. Berl. Akad. 1903, p. 40 bis 42; J. Hartmann ibid., p. 234 bis 244; A. N. No. 3858, p. 309 bis 316 (1903).

†) J. Scheiner, Astr. Nachr. No. 3855, p. 263 bis 266; No. 3867, p. 35 bis 40 (1903).

††) H. C. Vogel, Astr. Nachr. No. 3861, p. 365 bis 370 (1903).

†††) H. C. Vogel, Astr. Nachr. No. 3874, p. 159 bis 160 (1903).

ich im Interesse des Fortschritts verwischen. Ich beschränke mich dabei natürlich rein auf die sachlichen Bemerkungen Scheiners, mit den vielen anderen habe ich nichts zu tun.

Scheiner geht von der Behauptung aus, die Linie 4481 trete nur im Funken, nicht im Bogen auf, sei daher eine Linie hoher Temperatur. Angenommen, die Tatsache wäre richtig, so ist doch garnichts darüber bekannt, ob wirklich die Temperatur im Funken immer oder jemals höher ist, als im Bogen. Man pflegt das freilich seit alter Zeit zu sagen, und schließt es im wesentlichen daraus, daß bei manchen Elementen die kurzwelligen Linien im Funkenspektrum intensiver sind, als im Bogenspektrum. Aber diese Tatsache ist noch lange kein wissenschaftlicher Beweis für hohe Temperatur, noch weniger aber dafür, daß jede im Funken erscheinende Linie höherer Temperatur entspricht. Unsere freilich noch sehr unbestimmten Vorstellungen*) über die Erzeugung der Schwingungen der lichtemittierenden Teilchen machen es im Gegenteil sehr wahrscheinlich, daß die zahlreichen Linien, welche in Funkenspektren auftreten, auf einer direkten Umwandlung von elektrischer Energie in Lichtenergie beruhen, ohne daß die Geschwindigkeit der Molekeln, d. h. die Temperatur erheblich erhöht würde. So lange also unsere Kenntnisse über die Entstehung der einzelnen Spektrallinien nicht ein ganz anderes Niveau erreicht haben, sind Schlüsse über die Temperatur, die einzelnen Linien entspricht, unerlaubt, und vorläufig müssen wir sagen, sehr hohe Temperatur als Bedingung für die Funkenlinien ist höchst unwahrscheinlich.

Im Scheinerschen Falle liegen aber die Verhältnisse noch viel ungünstiger: die *Mg*-Linie 4481 ist garnicht einmal eine Funkenlinie. Das haben schon 1888 Liveing und Dewar**) gezeigt, indem sie die Linie im Bogen zwischen *Mg*-Stäben kräftig erhielten. Über die Temperatur dieses Bogens ist freilich wieder nichts bekannt; da aber der Siedepunkt des *Mg* erheblich niedriger liegt, als der der Kohle (1100° und etwa 3500°), da ferner die *Mg*-Dämpfe wahrscheinlich besser leiten werden, als die *C*-Dämpfe, so ist vermutlich die Temperatur des *Mg*-Bogens niedriger, als die des *C*-Bogens.

Inzwischen hat Schenck***) gefunden, daß die Linie aus dem Funkenspektrum verschwindet, wenn die Elektroden glühend werden; dann hat Crew†) die Linie im Bogenspektrum erhalten. Ferner findet Basquin††), daß bei dem in Wasserstoff brennenden Bogen die Intensität aller Bogenlinien erheblich abnimmt, während einige Linien stärker werden. Er schließt daraus, daß die Temperatur des in *H* brennenden Bogens niedriger sei, als die des in Luft brennenden, daß die stärker werdenden Linien nicht infolge von hoher Temperatur, sondern infolge von elektrischen Vorgängen emittiert werden. Die *Mg*-Linie 4481 gehört zu diesen Linien. Dann finden Hartmann und Eberhard†††), daß in dem unter Wasser brennenden Bogen die Linie nicht nur auftritt, sondern die stärkste des ganzen Spektrums wird. Hier scheint es vollkommen klar, daß nicht ungewöhnlich hohe Temperatur die Emission der Linie bedingen kann, sondern daß, wenn man überhaupt Vermutungen über die Temperatur aufstellen

*) Siehe mein Handbuch der Spektroskopie, Bd. II, Kap. III.
**) G. D. Liveing und J. Dewar, Proc. Roy. Soc. 44, p. 241 bis 252 (1888).
***) C. C. Schenck, Astrophys. Journ. 14, p. 116 bis 135 (1901).
†) H. Crew, Astrophys. Journ. 2, p. 318 bis 320 (1895).
††) O. H. Basquin, Astrophys. Journ. 14, p. 1 bis 16 (1901).
†††) J. Hartmann und G. Eberhard, Sitzungsber. Berl. Akad. 1903, p. 40 bis 42.

will, nur eine Herabsetzung der Temperatur angenommen werden kann. Hartmann und Eberhard meinten, diese Wirkung durch das Auftreten von Wasserstoff erklären zu sollen, indem sie an den Versuch von Basquin anknüpfen; mir scheint das nicht nötig, die Gegenwart von Wasser und die dadurch geänderten Entladungsbedingungen genügen.

Noch interessanter ist aber die folgende Arbeit von Hartmann*): er zeigt, daß, wenn man den Bogen mit sehr kleiner Stromstärke brennen läßt, bei vielen Metallen die Linien, die sonst im Funken besonders stark sind, erheblich gekräftigt erscheinen, darunter auch 4481. Hier wird sicher niemand annehmen, daß durch Verringerung der Stromstärke die Temperatur des Bogens gesteigert werde, da das geradezu widersinnig ist. Scheiner sucht freilich diesen Versuch als wertlos hinzustellen, indem er behauptet, es handle sich hier garnicht um ein Bogenspektrum, sondern um ein Funkenspektrum, da der Bogen mit so schwachen Strömen, bis zu 0,5 Amp., schlecht brennt, oft erlischt und neu entzündet werden muß, und da bei jedesmaligem Entzünden ein winziger Funke übergeht, so entspreche diese Linie dem Entzündungsfunken. Es lohnt kaum, auf solchen Einwand zu erwidern; ich möchte den sehen, der mit einem 50 bis 100 Volt entsprechenden Funken Spektralaufnahmen macht. Die Schlagweite beträgt bekanntlich unter 0,01 mm. Kann man aber die Elektroden weiter entfernen, ohne daß der Übergang der Elektrizität und das Licht aufhört, so hat man eben einen Bogen, und dessen Spektrum allein läßt sich photographieren.

Fassen wir alle diese Beobachtungen zusammen, so kommen wir zu dem Resultate, daß die Linie 4481 sicher nicht an höhere Temperatur gebunden ist, sondern daß sie unter Bedingungen auftritt, wo wir eher die Temperatur als niedrig betrachten können. Aber auch diesen Schluß möchte ich nicht gelten lassen, sondern ich meine, das Auftreten der Linie hat überhaupt nichts mit der Temperatur zu tun, sondern ist durch die Art der elektrischen Entladung bedingt. Denselben Schluß haben Sir William und Lady Huggins**) gezogen. In den letzten Jahren sind durch Schuster, Hemsalech und andere, ich nenne noch Eginitis***), so viele Beobachtungen gemacht, welche zeigen, daß unter verschiedenen Entladungsbedingungen die einzelnen Linien sich ganz verschieden verhalten, auftreten oder verschwinden, stärker oder schwächer werden, daß es ganz unmöglich ist, die direkte elektrische Erzeugung vieler Linien zu verkennen, wenn wir auch über die Mechanik des Vorganges nichts wissen.

Ich will damit natürlich nicht sagen, daß diese Linien nur durch eine bestimmte elektrische Entladung hervorgerufen werden könnten, daß wir also z. B. annehmen müßten, in den Sternen, in welchen die Linien stark sind, fänden sich elektrische Entladungen der betreffenden Art. Sondern ich glaube, daß die betreffende Schwingungsform durch die verschiedensten Mittel hervorgerufen werden kann; nur bei den besprochenen Versuchen benutzten wir gerade die geeignete elektrische Entladung.

Wenn Scheiner sich nun als Vorkämpfer für das Kirchhoffsche Gesetz hinstellt, so ist das ganz unnötig, niemand hat es angegriffen, der Nachweis, 4481 entspreche nicht hoher Temperatur, hat mit dem Gesetze absolut nichts zu tun. Selbst wenn man, wie ich, den weiteren Schritt macht, die Schwingungen

*) J. Hartmann, Sitzungsber. Berl. Akad. 1903, p. 234 bis 244.
**) Sir William and Lady Huggins, Astrophys. Jour. 17, p. 145 bis 146 (1903).
***) B. Eginitis, C. R. 136, p. 963 bis 964 (1903).

als direkt von der elektrischen Entladung hervorgerufen zu betrachten, kann das Gesetz von der Proportionalität der Emission und Absorption gelten.

Wenn somit der Schluß unvermeidlich ist, daß es unmöglich ist, aus der Intensität der Linie 4481 oder irgend einer andern einen Aufschluß über die Temperatur der Sterne zu erhalten, so drängt sich die Frage auf, ob wir keinen andern Weg zur Lösung dieser Aufgabe haben. Ich glaube doch. Es scheinen mir zwei Wege offen zu stehen: der eine beruht auf dem von Paschen gefundenen und auch theoretisch bewiesenen Gesetze, daß in dem Spektrum eines festen Körpers das Produkt aus der absoluten Temperatur des Körpers und der Wellenlänge des Intensitätsmaximums eine Konstante sei. Dieser Weg, der zur Bestimmung der Sonnentemperatur geführt hat und vor kurzem von Harkányi auch auf Sterne angewandt worden ist, hat freilich noch viele Schwierigkeiten und Bedenken gegen sich, ist aber nicht aussichtslos. Ein zweiter Weg scheint mir der zu sein, daß man die Intensitätsverteilung in einer Lichtserie, z. B. der des Wasserstoffs, mißt.

Stokes*) hat zuerst die Vermutung ausgesprochen, daß in einem Linienspektrum mit steigender Temperatur die Helligkeit der kürzeren λ relativ wachsen würde. Das halte ich nicht für richtig für das ganze Spektrum, wohl aber für möglich für eine einzelne Linienserie; denn eine solche wird jedenfalls von einem und demselben Teilchen emittiert, das ganze Spektrum wahrscheinlich von verschiedenen, deren Anzahl in dem Dampfe mit der Temperatur erheblich variieren kann. Bei einer Dampfschicht von unendlicher Dicke müssen, wie es scheint, die Linien einer Serie die gleiche Intensität haben, die im Spektrum eines schwarzen Körpers von derselben Temperatur an den gleichen Stellen vorhanden wäre, und dann müßte das Intensitätsmaximum mit der Temperatur wandern. Es ist wahrscheinlich, daß auch für Schichten von endlicher Dicke ähnliches gelten muß.

Nach diesen Überlegungen habe ich vor kurzem durch Herrn Langenbach**) eine Untersuchung vornehmen lassen, ob sich im Linienspektrum des *H*, *He*, *Li* eine Änderung der Energieverteilung nachweisen läßt. Das ist der Fall, und es sieht so aus, als ob mit steigender Temperatur wirklich die Energie der kürzeren Wellen schneller wächst. Ich sage, es sieht so aus, weil wir leider die Temperatur in Geißlerschen Röhren nicht messen können, es aber doch wahrscheinlich ist, daß mit dem Steigen des Entladungspotentials und der Stromstärke die Temperatur wächst. Die Arbeit war nur ein erster Versuch auf diesem schwierigen Gebiete; ich glaube aber, daß die Frage im Laboratorium viel exakter wird beantwortet werden können, und es scheint mir auch nicht unmöglich, daß man in Sternspektren die relative Energie in einzelnen Linien wird bestimmen können. Freilich nicht durch direkte bolometrische Messung, sondern photometrisch oder photographisch. Das wird viele unsichere Korrekturen bedingen, die Ergebnisse werden nicht sehr genau sein, aber wenn wir auch nur bis auf 1000 oder 2000 Grad die Temperatur von einigen besonders hellen Sternen kennen, wäre damit ein großer Fortschritt gemacht. Daß auch in Himmelskörpern solche Unterschiede der relativen Intensität vorkommen, hat Campbell gezeigt.

Bonn 1903, Juni 19.

*) G. G. Stokes bei J. N. Lockyer, Proc. Roy. Soc. 24, p. 352 bis 354 (1876).

**) K. Langenbach. Inaug.-Dissert. Bonn 1902, auch Drudes Ann. 10, p. 789 bis 815 (1903). Ich werde an anderer Stelle ausführlicher auf die Beobachtungsergebnisse eingehen.

Über ringförmige Gebilde um Sonne und Mond, sowie verwandte atmosphärisch-optische Erscheinungen.

Von Aug. Sieberg.

(Schluß.)

Einen wahrhaft imposanten Anblick gewährte am 4. September 1900 in den Morgenstunden der östliche Himmel dem Auge des Beschauers; denn es zeigten sich dort Sonnenringe und Nebensonnen, wie sie in gleicher Schärfe, Farbenpracht und Mannigfaltigkeit nur selten beobachtet wurden; sodaß dieses Phänomen den hervorragendsten früheren an die Seite gestellt werden kann.

Während aber von allen bis dahin beobachteten und beschriebenen derartigen atmosphärischen Lichterscheinungen nur einfache Zeichnungen vorliegen, die naturgemäß auf Genauigkeit keinen allzugroßen Anspruch erheben können, gelangen in diesem Falle eine Anzahl von vorzüglichen photographischen Detailaufnahmen, die den Amateurphotographen Herrn J. Derichs (Aachen) zum Urheber haben. Es sind dies meines Wissens die ersten Photogramme*) eines so

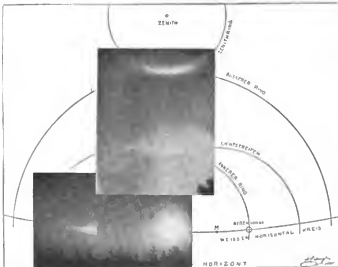


Fig. 5.

Aachener Phänomen vom 4. September 1900. (Nach Photogramm teilweise rekonstruiert.)

ausgebildeten Halos, und benutzte ich zwei derselben um sie zu einem Gesamtbilde des Hauptteiles zu ergänzen (Fig. 5). Leider gibt das Verfahren der Autotypie, welches zur Herstellung des Clichés angewandt werden mußte, so lichtschwache photographische Objekte nicht in der ursprünglichen Schärfe wieder.

*) Es ist mir jedoch nicht unbekannt, daß Archenhold, Kassner, Sprung u. a. m. bereits photographische Aufnahmen einzelner Sonnenringe und Nebensonnen gelangen. Neuerdings hat am 13. März 1902 Sprung auch den größten Teil eines ausgeschmückten Halos auf eine einzige Platte bringen können, was gegenüber der Aachener Aufnahme naturgemäß einen erheblichen Fortschritt bedeutet.

Um so erwünschter kamen mir diese Photogramme, als ich mangels geeigneter Winkel-Meßinstrumente nicht in der Lage war, direkte Messungen anzustellen, und sich mir so die Gelegenheit bot, wenigstens nachträglich die Winkelgrößen hinlänglich genau festzulegen.

In Fig. 6 gebe ich nach dem Vorgange Herrn **Günthers** eine schematische Darstellung in Vertikalprojektion, auf welche ich mich bei der nun folgenden Beschreibung des Phänomens der Einfachheit halber stets beziehen werde.

Bei der Morgenbeobachtung am Aachener Meteorologischen Observatorium zeigten sich um 7 a Cirrus- und Cirrostratus-Wolken, die im Osten und Süden eine dichte Bank bildeten, während zugleich starker Dunst den Horizont ringsum verschleierte; dabei war zunächst an der Sonne noch nichts auffälliges zu sehen. Als ich aber 7,40 a zufällig nochmals den Himmel musterte, bot sich mir ein eigenartiges Schauspiel dar. Da aber um diese Zeit die Erscheinung bereits in voller Entwicklung begriffen war, so ergänze ich meinen Bericht durch den des Herrn **Rothschuh***), der auch den Beginn derselben beobachtete.

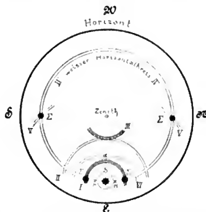


Fig. 6. Schematische Dartellung des Aachener Phänomens.

Gegen 7^{30} a tauchten zu beiden Seiten der Sonne schwach gefärbte Abschnitte von 2 Sonnenringen mit den Radien von 22° und 46° auf, während am Zenith eine lebhaft leuchtende farbige Sichel III sichtbar wurde, die den vierten Teil eines Kreises mit einem Radius von etwa 20° ausmachte. Bald darauf vervollständigten sich die beiden ersten Kreisabschnitte zu den Ringen I und II, deren unterster dem Horizonte zugewandter Quadrant infolge des niedrigen Sonnenstandes und der großen Dichtigkeit der Dunstmassen unsichtbar blieb. Dabei war I von innen nach außen deutlich rot, gelb, grün und blau gefärbt, während II ein blasses rotbraunes Aussehen hatte. Der Circumzenithalbogen III erschien wie immer horizontal (wenn auch bis jetzt noch keine direkten Messungen vorliegen, welche die Horizontalität bestätigen) und wies die umgekehrte Reihenfolge auf, also von innen nach außen, blau, grün, gelb und rot; zudem übertraf

---

*) **Rothschuh**: „Das Nebensonnen-Phänomen zu Aachen." Meteorologische Zeitschrift, Oktober 1900, S. 474.

er an Intensität und Glanz die andern Ringe ganz auffallend, sodaß auch in diesem Falle der Ausspruch von Bravais*) „*c'est* (nämlich dieser Berührungsbogen) *sans contredit la plus brillante de toutes les apparitions qui se rattachent aux halos et aux parhélies; l'arc tangent supérieur du halo de 46° est un véritable arc-en-ciel, par la vivacité de ses teintes, la distinction de ses couleurs, la netteté avec laquelle ses bords latéraux, ainsi que ses limites extrêmes, se détachent sur le ciel*“ seine vollste Bestätigung fand. Rechts und links von der Sonne *S* erschienen im Kreise I je eine Nebensonne Σ, die, an Färbung matter, an Glanz stärker als der Ring, diesen an Breite etwas übertrafen, sodaß ich deren Durchmesser auf etwa 2° schätze. An der äußern Seite zeigten sie die bekannten Schweife, welche sich schnell zu einem weißleuchtenden horizontalen vollständigen Nebensonnenkreis IV ausbildeten, der in der Höhe der Sonne den ganzen Himmel umzog und in je 90° Abstand von dieser wieder leuchtende Nebensonnen Σ, aber ohne Farben, aufwies. Die letztern entstanden infolge des Durchschneidens eines großen ebenfalls weißen Kreises, von dem jedoch nur die kleinen Bogenstücke V sichtbar waren, und auch diese nur vorübergehend. Eine Gegensonne, deren Vorhandensein eine Zeitungsnotiz berichtete, fehlte nach den übereinstimmenden Mitteilungen aller von mir dieserhalb befragten Leute gänzlich, wie denn auch Herr Rothschuh und sein Begleiter Herr Derichs, welche die Erscheinung vom Augenblicke ihres Beginnens an genau verfolgten, eine solche nicht wahrgenommen haben.

Dieses Bild erlitt etwa um 7^{46} a eine Änderung, indem sich vom Scheitelpunkte α des Ringes I ein eigenartig gebogener braunroter Lichtstreifen VI in Gestalt einer Doppelsichel abzweigte; dabei entstand in α, gerade wie beim Petersburger Phänomen, eine starke Helligkeit fast von der Stärke des Sonnenlichtes, welche mich die Bildung einer weitern Nebensonne erwarten ließ, die aber ausblieb. Diese Doppelsichel, deren absteigende Zweige sich auf dem Photogramme deutlich verfolgen lassen, bestand, wie auch die Messungen bestätigen (deren Resultate siehe weiter unten), aus 2 zur Sonne etwas exzentrischen Ringen mit den Mittelpunkten M und M_1, deren in das Innere von I fallende Bogen infolge der Helle des direkten Sonnenlichtes nicht sichtbar waren. In diesem Punkte weicht das Aachener Phänomen von andern mehr oder minder erheblich ab.

In dem zuletzt beschriebenen Zustande, der die höchste Entwickelung der Naturerscheinung darstellt, verblieb das Bild bis 7^{53} a, wo zunächst der der Sonne gegenüberliegende Teil des weißen Horizontalkreises IV nebst der südlichen Nebensonne verblaßte, während die nördliche eine Zeit lang stärkere Lichtmengen aussandte und vorübergehend schwache Färbungen zeigte. Ziemlich schnell nahm nun die Intensität der Erscheinung ab, indem um 7^{55} a II, um 7^{58} a III und um 8 a I verschwand. Das übrig gebliebene Stück von IV mit 3 Nebensonnen blieb noch längere Zeit sichtbar, bis gegen 9 a heraufziehende Kumuluswolken den Himmel bedeckten und damit den Rest des Phänomens dem Blicke entzogen.

Die Ausmessung der Photogramme unter Zugrundelegung des von Herrn Sprung**) angegebenen Verfahrens ergab folgende Resultate:

*) Bravais: „*Mémoire sur les halos et les phénomènes optiques qui les accompagnent.*“ S. 91. Paris 1847.

**) Sprung: „Zur meteorologischen Photogrammetrie.“ Meteorologische Zeitschrift, Juli 1892, S. 241 ff.

		β	F	D	L
Radius des Ringes I.	r =	23° 15′	120	0,0	38,5 11,5
Radius des Ringes II	R =	47° 13′	120	0,0	38,5 67,7
Radius der beiden exzentrischen Kreise VI . . .	ϱ =	24° 53′	120	15,2	60,1
Abstand der Mittelpunkte von VI, M und M_1 von der Sonne SM = SM_1	=	12° 15′	120	15,2	27,0

Bemerkt sei noch, daß die Doppelsichel VI in Fig. 6, also der Berührungsbogen des Ringes von 22°, eine Ablenkung*) von Sonnenstrahlen darstellt, wie sie in gleicher Weise bis jetzt anscheinend noch nicht beobachtet wurde.

Schließlich gelangte zu Aachen am 3. April 1902 noch eine weitere Haloerscheinung zur Beobachtung, welche zwar auch zu den ausgeschmückten zu zählen ist, aber namentlich hinsichtlich der Farbenstärke hinter dem vorbesprochenen zurückstehen muß. Hierbei war als Berührungsbogen des kleinen Ringes ein ausgesprochener elliptischer „halo circonscrit", Fig. 1, vorhanden.

In sehr naher Verwandtschaft mit dem Halos stehen die sogen. Nebelbilder**), welche wir ja nach ihrer äußeren Erscheinungsform als Nebelringe oder Zirkel Ulloas, als Brockengespenst und als Heiligenschein (Aureole) oder Taukranz unterscheiden, trotzdem sie ihrer Entstehung nach als gleichwertig zu betrachten sind.

Wenn man, auf einen freien Berggipfel stehend, die Sonne im Rücken und vor sich eine Wolkenschicht oder eine Nebelwand hat, dann erblickt man auf letzterer seinen eigenen Schatten, meist umgeben von in den Regenbogenfarben spielenden Lichtringen, ~~Fig. 7~~. Diese Erscheinung ist eine völlig subjektive Erscheinung, sodaß sie also von einem nebenstehenden Menschen nicht wahrgenommen werden kann; der Kopf erscheint immer in der wirklichen Größe, wohingegen die Gliedmaßen, falls die Projektionsstrahlen mit der auffangenden Fläche einen einigermaßen schiefen Winkel einschließen, nicht selten ungeheuerlich verzerrt und vergrößert erscheinen, wodurch ein gespensterhafter Eindruck hervorgerufen wird. Zufälligerweise wurde diese Erscheinung in Deutschland zuerst bei Harzreisen gesehen, woher die Bezeichnung „Brockengespenst" rührt; doch läßt sie sich auch auf den Schweizer Bergen, namentlich dem Rigi und Pilatus, oftmals mit außerordentlicher Schärfe beobachten. Bekannt ist sie unter dem Namen „Wolkenaureole"***) auch dem Luftschiffer, dem sie sich als riesiger Schattten des Ballons auf einer tiefer liegenden Wolkenschicht darstellt. Übrigens ist, wie Lommel zeigt, diese Vergrößerung keine tatsächlich bestehende, vielmehr beruht sie auf einer Urteilstäuschung. Von Farbenringen sieht man gewöhnlich 3 mit scheinbaren Durchmessern von 3°, $5^1/_2$° und $8^1/_2$° Radius

*) Näheres hierüber siehe in A. Sieberg: „Zwei im Jahre 1900 zu Aachen beobachtete Halos, sowie einige allgemeine Bemerkungen über derartige Phänomene", Deutsches meteorologisches Jahrbuch für Aachen 1900, Seite 49 und 50.

**) Sehr schöne und instruktive Abbildungen von Nebelbildern bringt die Schrift von J. Czerny und E. Fugger: „Vier subjektive Lichtbilder". 20. Jahresbericht der K. K. Ober-Realschule in Salzburg, 1887, sowie der erste Band des Werkes von H. Kremer: „Weltall und Menschheit", Berlin 1902.

***) Drei von H. Groß nach der Natur gezeichnete Wolkenaureolen in natürlicher Farbenwiedergabe enthält der 2. Band des Werkes von Aßmann und Berson: „Wissenschaftliche Luftfahrten", Braunschweig 1900.

häufig zeigt sich noch ein konzentrischer Ring von 33° bis 41° Radius, aber schwächerer Färbung und Lichtstärke. Letztere sind aber keine Beugungserscheinungen nach Art der Höfe, sondern Regenbogen, weshalb Reflexion und Refraktion zu ihrer Erklärung völlig ausreichen.

Ähnlich wie in diesem Falle erklärt sich auch der Taukranz, d. h. der Farbenkranz, welcher den Kopfschatten eines auf betauter Wiese einherschreitenden Menschen umgibt. Jeder Tautropfen läßt einen durchgehenden Lichtstrahl eine viermalige Brechung und eine einmalige, diffuse Zurückwerfung erleiden; dabei wird ein Bildchen sowohl der Sonne, als auch der Pupille des Beobachters erzeugt, und je näher die Tropfen dem Umrisse des Schattens liegen, um so vollkommener fallen beide Bilder zusammen. Diese Tauperlen geben in ihrer Gesamtheit einen hellen Schimmer, während die entfernteren Tröpfchen dunkel bleiben. Die Färbung wird, wie bereits erwähnt, durch mehrmalige Brechung und einmalige Reflexion hervorgerufen. Dahingegen ist der Lichtschein, welcher einen Schatten auf trockener Unterlage umgibt, einfach auf Kontrastwirkung zurückzuführen.

Zum Schlusse möchte ich noch die Aufmerksamkeit der Amateurphotographen auf das Photographieren*) von Halos hinweisen; keiner, dem sich hierzu Gelegenheit bietet, sollte verabsäumen, von derartigen Lichtgebilden möglichst zahlreiche Aufnahmen zu machen unter möglichst genauer Notierung von Zeit, Ort, Färbung und den sonstigen begleitenden Umständen. Denn vor allem die Photographie vermag hier dem Fachmann ein, weil vollkommen objektiv und durch keine persönlichen Einflüsse getrübt, wertvolles Material für seine Untersuchungen an die Hand zu geben. Wenn nun auch Neuentdeckungen wohl nur zu den Seltenheiten gehören dürften, so gewähren doch Photogramme schon von einfachen Sonnen- oder Mond-Höfen bezw. -Ringen wenigstens die Möglichkeit, durch ihre Ausmessung bereits bekannte Tatsachen mit einwandfreien Beweisen zu belegen oder Unsicheres sicher zu stellen. Die bestehenden meteorologischen Institute oder die Redaktionen von Fachzeitschriften werden wohl gerne die Bearbeitung derartigen ihnen zugestellten Materials übernehmen.

Aus dem Leserkreise.

Wie die Kalifornier des 20. Jahrhunderts die Sonne als Dampfmaschine zum Wasserpumpen benutzen.

Mehr als in irgend einem andern Lande der Welt macht sich hier draußen in dem Paradiesgarten Nordamerikas der erfindungsreiche Geist der Menschen die Mächte des Himmels und der Erde zu Nutzen. Mit Hilfe der Elektrizität wird bereits in Kalifornien fast unglaubliches bewerkstelligt; das Sprüchwort: „Nichts neues unter der Sonne“ kann hier keine Anwendung finden, denn gerade eben das Neueste unter der Sonne könnte hier das achte Welt-

*) Anleitung zum Photographieren der Halos findet sich in dem Artikel von A. Sieberg: „Das Photographieren von Halos“ in Eder's Jahrbuch für Photographie und Reproduktionstechnik für das Jahr 1902, Seite 224 bis 229, in der Meteorologischen Monatsschrift „Das Wetter“ 1902, Seite 81 bis 84, und in der „Naturwissenschaftlichen Rundschau“ 1902, Seite 70 bis 71.

wunder genannt werden. Dieses Neueste ist die Benutzung der Sonnenwärme als treibende Dampfmaschine zum Wasserpumpen behufs Bewässerung der Felder.

Nach jahrelangen Versuchen ist es Mr. Ericsson gelungen, einen Sonnenmotor zu konstruieren, der durch die Strahlenkraft der Sonne in Betrieb gesetzt wird und so das Wasser viele Klafter tief aus der Erde pumpt. Ericcsons Erfindung ist eine ungeheuer wichtige, die Verwendung dieses Motors wird eine große Zukunft haben. Es steht außer Zweifel, daß durch denselben in späteren Zeiten Prärien und Wüsten in fruchtbares Land verwandelt werden können. Durch zweckentsprechende Benutzung der Elektrizität, unter Hinzuziehung der Heizkraft der Sonne, werden die Dampfer der Meere, die Schienenfahrzeuge des Landes und vielleicht auch die Luftschiffe, mit Sonnenmotoreinrichtung eine bedeutend verstärkte Fortbewegungskraft erlangen. Zur Zeit tut Ericssons berühmter Sonnenmotor seine Wunder im „goldenen Westen" der Vereinigten Staaten. Hier ist er im freien Felde zu Füßen des Sierra Madre-Gebirges aufgestellt, und die Sonne ist die große Zauberin, welche ihn durch ihre Macht in Bewegung setzt. Wie unsere photographische Aufnahme (Fig. 1) der Beilage zeigt, hat der Sonnenmotor die Form eines geöffneten Sonnenschirmes. Er ruht auf einer äquatorialen Montierung, ungefähr wie ein Teleskop. Die Achsen liegen genau im Meridian in der Richtung von Norden nach Süden und der Schirm dreht sich von Osten nach Westen, dem Lauf der Sonne folgend. Er gleicht einem Reflektor von 10 m Durchmesser oben und 5 m unten. Das Innere seiner Oberfläche besteht aus 1788 dicht aneinander gereihten Spiegeln in einer Größe von 9 bis 60 cm und hat ein Areal von 65 Quadratmetern. Sein Gewicht beträgt 4150 kg. Er hat einen Kocher von Tubusform, der 4 m lang ist und ca. 100 Gallonen Wasser aufnehmen kann. Er hat außerdem Raum für 1 cbm Dampf und wurde aus feuerfestem Stahl hergestellt und mit einer absorbierenden Masse, von welcher Lampenruß der hauptsächlichste Bestandteil ist, überzogen. Der Dampf wird von diesem Nahrungsbehälter dem durstenden Riesenkinde durch eine biegsame Röhre aus Phosphorbronze zugeführt. Diese ist ganz und gar aus Metall ohne Gliederverbindung oder Gummischlaucheinrichtung, damit kein Dampf verloren gehen kann. Die Röhre ist an der Basis der Maschine angebracht, von wo aus der Dampf zur Pumpe weiter geleitet wird. Da die Maschine in jeder Lage ausbalanziert ist, so ist zu ihrer Drehung und Fortbewegung nicht über 10 Pfund Kraft nötig. Durch besondere Vorkehrungen ist auch auf den Winddruck Rücksicht genommen. Selbst bei stärksten Winterstürmen bleibt sie unbeschädigt.

Fallen die Sonnenstrahlen auf den Spiegel, so werden Wärme- und Lichtstrahlen gleichmäßig gegen den Kocher reflektiert und dort konzentriert. Die Motortätigkeit ist auf den denkbar einfachsten Grad reduziert und verlangt sehr wenig menschliche Arbeitshilfe. Nur bei Beginn muß der Reflektor auf die Sonne eingestellt werden, was durch Drehung der Kurbel geschieht und schon durch Knabenhand ausgeführt werden kann. Ein besonderes Zeichen meldet, wenn die richtige Stellung erreicht ist. Ist dies geschehen, so folgt der Reflektor selbsttätig den ganzen Tag dem Lauf der Sonne. Die Ölung des Apparates, wie die Wasserergänzung für den Kocher ist auch automatisch. Der Dampfdruck wird durch eine Sicherheitsklappe reguliert, so daß er niemals einen gefährlichen Höhegrad erreicht. Der Dampf strömt von dem Kocher nach der Kompressionsmaschine und von hier wird wieder Wasser nach dem Kocher geführt. Dieser Prozeß wiederholt sich unzählige male während des Tages. Die maximale

Leistung des Motors ist 15 Pferdekräfte. Er arbeitet während des ganzen Jahres; nur eines kann er nicht vertragen: einen bewölkten, regnerischen Himmel; Kälte macht ihm nichts aus. Ein Beweis dafür wurde durch das zum Experimentieren benutzte Modell in Denver gegeben. Hierbei wurde Wasser aus einem mit Eis bedekten Teiche gepumpt und der Motor arbeitete mit gleichem Erfolg. Einundeine halbe Stunde nach Sonnenaufgang ist der Motor in voller Tätigkeit und erst eine halbe Stunde vor Sonnenuntergang hört er auf, zu arbeiten. Seine Riesenkraft kann auch benutzt werden, Elektrizität zu erzeugen, um sie in Batterien aufzuspeichern.

Die tägliche Arbeit des hier in dem kalifornischen Orte Pasadena aufgestellten Sonnenmotors besteht darin, daß er aus 4 Meter Tiefe Wasser emporpumpt. Es ist erstaunlich, daß das Maximum der Beförderung des Wassers ans Tageslicht 1400 Gallonen per Minute betrug. Es wäre leicht möglich, verschiedene Reflektoren um eine Zentralmaschine zu gruppieren, welche durch dieselbe in Mittätigkeit gesetzt werden könnten. Der Sonnenmotor ist für die dringend nötige Bewässerung wasserarmer Distrikte Kaliforniens eine unbezahlbare Hülfe, die dem Lande alljährlich Millionen Dollars einbringt. Jedenfalls wird diese Erfindung, sich die Sonne nutzbar zu machen, noch weiter ausgebeutet werden.

Eine andere Art der Ausnutzung des Sonnenlichtes lernen wir kennen in einem Hitzkasten, der auf den Dächern der Häuser angebracht ist, um das in Röhren nach dem Dache geleitete Wasser durch die Sonne für Badezimmer und Küchenbenutzung u. s. w. erwärmen zu lassen. Wir sehen in Fig. 3 unserer Beilage ein Haus in Kalifornien, auf dessen Dach ein solcher Hitzkasten, wie ihn Fig. 2 zeigt, in Verwendung ist.

Los Angeles. Malwina Lampadius.

Kleine Mitteilungen.

Astronomische Altersbestimmung von Kirchen. Nach Sir Norman Lockyer kann man in astronomischer Weise das Alter altegyptischer Tempel berechnen. Ähnlich hatte schon vorher Prof. Nissen-Bonn das Alter altchristlicher Kirchen berechnet und gefunden, daß diese meist so gerichtet wurden, daß bei der Grundlegung des Tempels die Sonne bei ihrem Auf- bezw. Untergange am Gedächtnistag des Schutzheiligen der Kirche ihre Strahlen längs der Kirchenachse geworfen hat. Charlier hat neuerdings auch die mittelalterlichen Kirchen daraufhin untersucht und ist zu folgendem Ergebnis gekommen: Damals bediente man sich des fehlerhaften Julianischen Kalenders. Das Problem war also dieses: wann hatte der Julianische Kalender eine solche Stellung zum Gregorianischen, daß Auf- oder Untergang der Sonne am Gedächtnistag eines Schutzheiligen in der Richtung der Kirche stattfand? Dieses Problem bietet keine mathematischen Schwierigkeiten. Charlier untersuchte z. B. die dem heiligen Laurentius geweihte alte Domkirche in Lund. Der Gedächtnistag dieses Schutzheiligen ist der 10. August, die Achse mußte also nördlich von Westen gerichtet sein. Er fand sie auch 24,03 nördlich von Westen gerichtet. Die Sonne geht in Lund am 17. August in dieser Richtung unter, also am 4. August nach dem Julianischen Kalender. Somit ist das Alter der Domkirche $6 \times 128 = 768$ Jahre. Da die Berechnung 1900 erfolgte, muß die Grundsteinlegung 1132 ausgeführt sein; die Einweihung soll 1143 stattgefunden haben, also ist die Übereinstimmung fast vollständig. Mitunter trifft es sich, daß die Kirche ihren ursprünglichen Schutzheiligen gewechselt hat, wie dies z. B. bei der Kirche in „Alte Upsala" der Fall war. Die Achse war 8,02 nördlich vom Westpunkt gerichtet, dies deutet auf einen Heiligen, dessen Gedächtnistag auf Ende März oder Anfang September fällt. Nun soll aber der eigentliche Schutzheilige entweder der heilige Erik oder Laurentius sein, keiner von beiden hat jedoch in dieser Zeit seinen Gedächtnis-

tag. **Charlier** fand schließlich heraus, daß die Kirche zuerst der Jungfrau Maria geweiht gewesen sein muß; dies wurde auch durch einige alte Citate bestätigt. Als Geburtstag der Jungfrau Maria wird seit langem der 8. September gefeiert, also ist auch in diesem Falle die Berechnung genau.

Die St. Johannis- und einige Marienkirchen nehmen eine besondere Stellung ein. Beiden sind verschiedene Gedächtnistage geweiht, besonders hervorzuheben sind jedoch der 25. März (Mariä Verkündigung) und der 24. September (Johannis Empfängnis). Da diese Daten sehr nahe an die Äquinoctien fallen, so sind alle diesen Heiligen geweihten Kirchen sehr nahe nach Westen gerichtet; hierdurch sind drei besondere Orientierungsmethoden zur Anwendung gekommen: Entweder wird die Achse durch direkte Beobachtung gegen den Untergangspunkt der Sonne an dem betreffenden Gedächtnistage gerichtet oder die Kirchen werden genau nach Ost-Westen gerichtet oder — nach Erfindung des Kompasses — die Kirchen werden senkrecht zum magnetischen Meridian gelegt. In denjenigen Fällen, wo man im späten Mittelalter die 3. Methode benutzt hat, können die betreffenden Kirchen wertvolle Beiträge zu unserer mangelhaften Kenntnis der säkularen Veränderung der magnetischen Deklination geben. Es ist wahrscheinlich, daß man die Grundsteinlegung der Kirchen an dem Gedächtnistag des Schutzheiligen gefeiert hat und dabei vielleicht durch das Spannen einer Schnur die Richtung bestimmte. Lokyer weist nach, daß man bei Gründung der altegyptischen Tempel in der Tat so vorgegangen ist und offenbar war dies viel einfacher, als die Kirchen genau in die Richtung von Osten nach Westen zu legen.

* * *

Zu dem Güntherschen Beitrag zur Reform des Gregorianischen Kalenders sendet uns Herr General **von Sichart** einen Kalender für alle Jahre „Vorschlag Sirius-Sichart“ zu, welcher im Jahre 1894 dem Reichstage, den Akademien der Wissenschaften zu Paris und Petersburg vorgelegt und von vielen namhaften Zeitungen veröffentlicht worden ist.

Herr General **von Sichart** fragt sehr mit Recht: Ist es vernünftig, daß 7 Monate des Jahres 31 Tage, 4 deren 30 und einer 28 bezw. 29 Tage zählen? Ist es vernünftig, daß wir das Osterfest in einem Jahre Mitte März, im andern Mitte April oder dazwischen feiern und dadurch für unser bürgerliches Leben stets verschieden lange Zeitabschnitte der Halbjahre schaffen? Ist es vorteilhaft, daß ein bestimmtes Datum mit jedem Jahre um einen Wochentag, im Schaltjahre sogar um 2 Wochentage fortschreitet, während es ohne große Schwierigkeiten angängig ist, dieselben Jahrestage stets auf denselben Wochentag zu legen?

Nein, niemand wird behaupten wollen, daß all diese genannten Tatsachen der Jetztzeit entsprechen oder dazu beitragen, uns unsern jetzigen Kalender unentbehrlich zu machen. Herr **von Sichart** schlägt nun vor:

1. Jedes Quartal des Jahres erhält 91 Tage, und zwar den ersten Monat zu 31, die beiden andern Monate zu 30 Tagen. Nur das vierte Quartal und im Schaltjahr auch das zweite Quartal erhalten 92 Tage durch Zufügung eines Tages an den Schluß desselben, des 31. Dezember und des 31. Juni. 2. Der erste Tag jedes Quartals, also der 1. Januar, der 1. April, der 1. Juli und der 1. Oktober fallen stets auf den Sonntag. Der erste Tag jedes zweiten Quartalmonats fällt dann immer auf Mittwoch, der 1. Tag jedes dritten Quartalmonats auf den Freitag.

Der 30. Dezember und der 30. Juni fallen dann stets auf Sonnabend. Der 31. Dezember jedes Jahres und der 31. Juni jedes Schaltjahres heißen „der Jahresübertag“ und „Schalttag“ und werden zwischen dem Sonnabend und Sonntag des 30. Dezember und 1. Januar bezw. des 30. Juni und 1. Juli als achter Wochen- und Arbeitstag eingeschoben, so daß die letzte Woche eines jeden Jahres und die letzte Juniwoche eines jeden Schaltjahres nicht 7 sondern 8 Tage zählen.

Ostern fällt bei diesem Reformkalender stets auf den 1. April, Pfingsten also auf den 19. Mai und der erste Weihnachtsfeiertag auf Sonntag den 24. Dezember. F. S. **Archenhold**.

* * *

Tycho Brahes Astronomiae instauratae Mechanica von 1598. Im „Centralblatt für Bibliothekswesen“, 20. Jg., S. 56 bis 63, macht Herr **P. E. Richter** interessante Mitteilungen über dieses kostbare Werk. Das „Börsenblatt f. d. deutschen Buchhandel“ v. J. 1901 gab an, daß von oben genanntem Werke nur 5 Exemplare vorhanden seien, und zwar 2 in Kopenhagen, je 1 in Stockholm, Prag und London. Es hat sich indessen herausgestellt, daß nicht nur die Münchener Universitätsbibliothek 1 Exemplar und die Kgl. Bibliothek in Berlin deren sogar 3 besitzt, von denen eines ein koloriertes und eigenhändig gezeichnetes Widmungsexemplar ist, sondern es zeigt sich, daß die Kgl. öffentliche Bibliothek zu Dresden auch 2 solche Widmungsexemplare besitzt. Auch hiervon ist das eine

Exemplar koloriert und zwar besonders gut. In seiner Beschreibung der Kgl. öffentlichen Bibliothek zu Dresden (Dresden 1839) sagt Karl Falkenstein bereits, daß dieses auf Tycho Brahes Kosten gedruckte Werk niemals in den Handel gekommen, sondern nur an Freunde und hochgestellte Personen verschenkt und daher jetzt sehr selten sei. Dieselbe Angabe findet sich bei Goetze „Merkwürdigkeiten der Kgl. Bibliothek zu Dresden" (Dresden 1746), der übrigens auch angibt, daß Tycho Brahe sich durch dieses Buch, das er Rudolf II. zuschrieb, den Weg zu seinem Glück und der vertraulichen Bekanntschaft mit diesem Monarchen gebahnt habe. Die Exemplare waren bald vergriffen und eine neue Auflage wurde nötig, die 1602 in Nürnberg herausgegeben, aber viel schlechter geworden ist. Diese zweite Auflage zeigt viele Druckfehler, ist 7 Seiten umfangreicher als die erste, aber Papier, Druck und Abbildungen sind wesentlich schlechter. Statt des Titelbildes der ersten Auflage, findet sich in der zweiten Brahes Porträt, während das Schlußbild bei der zweiten ganz fehlt.

Das eine Dresdener Exemplar (Astron. 80) ist auf dem Vorsetzblatte mit Tycho Brahes eigenhändiger Unterschrift und einem Gedicht an die drei kursächsischen Prinzen Christian, Johann Georg und August, die Söhne des 1591 verstorbenen Kurfürsten Christian I., versehen. Das andere (Astron. 81) enthält auf der Innenseite des Vorderdeckels ein in Stahl- oder Kupferstich ausgeführtes Exlibris mit dem Wappen der Familie von Fabriz; unter dem Titelbilde steht handschriftlich „*Ex libris Jo. Alberti de Fabriciis.* Anno 1698". Ein diesem Exemplar vorgeklebter französischer Brief besagt, daß es dem Autor selbst angehört zu haben scheint.

Astron. 80 ist bedeutend sauberer und sorgfältiger ausgeführt als Astron. 81. Dreyer gibt an, daß in der Mechanica kein gestochenes Porträt Brahes vorkomme, sondern in verschiedene Exemplare seien in Wasserfarben gemalte Porträts geklebt worden. Es scheinen nun in verschiedene Exemplare der Mechanica verschiedene Porträts geklebt zu sein und die Dresdener Porträts sind mit Wasserfarben ausgemalte Stiche. Astron. 80 zeigt in Bezug auf das Bild eine schärfere Ausführung. Man sieht deutlich die Platte, welche Brahe auf seiner durch einen Hieb verunstalteten Nase tragen mußte, während man auf dem Bilde bei Astron. 81 diese Platte nur mit der Lupe erkennen kann, da die Farbe zu dick aufgetragen ist. Besonders merkwürdig ist, daß ein Gedicht, welches in dem oben erwähnten französischen Brief angeführt ist und von Rosencrantz herstammt, in No. 80 gedruckt, dagegen in No. 81 von dessen eigener Hand geschrieben ist, woraus der unbekannte Briefschreiber schließt, es sei No. 81 Brahes Handexemplar gewesen, indessen spricht das Fehlen von Randbemerkungen hiergegen.

Eigentümlich ist es, daß ein Christian Friis mit dem Kanzler Walkendorf Brahes Sturz herbeiführte und jetzt ein anderer gleichen Namens, F. R. Friis, sich in zahlreichen Schriften als ein begeisterter Tycho Brahe-Forscher hervortut.

Als Drucker der Originalausgabe der Mechanica ist am Schlusse des Werkes *Philippus de Ohr Chalcographus Hamburgensis* angegeben.

Für die Überreichung der Mechanica an die kursächsischen Prinzen erhielt Brahe nach einem im Kgl. Sächs Hausstaatsarchiv aufgefundenen Blatte vom 15. November 1598 eine goldene Kette.

F. S. Archenhold.

* * *

Eine geschichtliche Skizze von Olaus Roemer, dem Entdecker der Geschwindigkeit des Lichts, gab Professor See in der „Philosophical Society" in Washington (Science, Vol. 17). Roemer war eines der größten wissenschaftlichen Genies, der sich mit Aristarch von Samos, Archimedes und Hipparch im Altertum, mit Galilei, Newton und Bessel in der Neuzeit wohl messen kann. Da fast alle seine Beobachtungen bei dem Brande, der im Jahre 1728 einen großen Teil von Kopenhagen zerstörte, vernichtet wurden, ist sein Andenken allzusehr vernachlässigt worden. Und doch war es Roemer, der die Hauptinstrumente der modernen Sternwarten erfand — den Meridiankreis, den ersten Vertikal, das Altazimuth und das Äquatorial-Fernrohr. Er war seinem Zeitalter weit voraus. Seine größte Tat ist die Ableitung der Lichtgeschwindigkeit aus der Verfinsterung des ersten Jupiter-Trabanten. Die Mehrzahl der Zeitgenossen Roemers verwarf seine Theorie der endlichen Geschwindigkeit des Lichtes oder erkannte sie erst nach vielen Jahren an. Die französischen Männer der Wissenschaft waren die letzten, die den neuen Gedanken aufgriffen. Während Huygens und Newton Roemers Ergebnisse schon benutzten, ging Fontenelle, der ständige Sekretär der Pariser Akademie der Wissenschaften, sogar so weit, sich öffentlich zu gratulieren, daß er dem verführerischen Irrtum entgangen war, ein allmähliches Fortschreiten des Lichts anzunehmen. Trotz dieser Zweifel ist Roemer selbst nie an seiner Entdeckung irre geworden. Er berechnete den Lichtweg von der Erde bis zur Sonne auf 11 Minuten, aber Newton reduzierte

diesen Wert auf 7 bis 8 Minuten. Der wahre Wert, der durch die klassischen Untersuchungen von Michelson und Newcomb festgestellt wurde, beträgt 8,4 Minuten, dem die Newtonsche Annahme sehr nahe kommt.

Redner betonte, daß mit Ausnahme der Entdeckung des Gravitationsgesetzes keine größere Entdeckung, als die der Lichtgeschwindigkeit, jemals gemacht worden ist.

Roemer wurde im Jahre 1644 geboren und starb 1710. Er verbrachte mit Ausnahme von 9 Jahren sein ganzes Leben in Dänemark. Als Picard 1671 nach Dänemark kam, um die Lage von Tycho Brahes Sternwarte zu bestimmen, nahm er Roemer als Assistent an die Pariser Sternwarte mit, die gerade von Cassini begründet war. Picard war bei weitem der beste Astronom seiner Zeit, wurde aber von der Regierung bei Seite geschoben und ein Ausländer Cassini von Bologna, zum Leiter der Königl. Sternwarte in Paris berufen. Dieser Umstand beeinträchtigte die



Entwickelung der Astronomie in Frankreich auf Jahre hinaus. Roemers Zusammenleben mit Picard war ein glückliches und gab ihm seine besten Gedanken, obgleich sein Geist dem Picards überlegen war. Dieser hat sich unvergänglichen Ruhm durch die Messung des Meridiankreises erworben, den Newton im Jahre 1685 gebrauchte, um die Theorie der allgemeinen Gravitation zu beweisen.

Ein Bild Roemers zeigte große Ähnlichkeit mit dem Newtons. Wir geben hier die Reproduktion eines Kupferstiches wieder, der im „Astronomischen Museum" der Treptow-Sternwarte ausgestellt ist. F. S. Archenhold.

* * *

Für die Schriftleitung verantwortlich: F. S. Archenhold, Treptow-Berlin; für den Inseratenteil: C. A. Schwetschke und Sohn, Berlin W.
Druck von Emil Dreyer, Berlin SW.







